



Son innegables los reiterados esfuerzos que realizan los bajacalifornianos para mejorar la calidad de la educación, pues reconocemos el valor sustancial que esta refiere en beneficio del desarrollo de nuestra sociedad.

La apuesta por la educación, la ciencia y la innovación tecnológica son la única garantía de que las generaciones futuras podrán desarrollarse armónicamente.

La vida en el presente se encuentra caracterizada por el cambio de paradigmas, nacimiento de nuevas disciplinas, cambios en las formas de apropiarse de los saberes, expansión de los ámbitos de especialización ya no sólo disciplinarios sino interdisciplinarios, multidisciplinarios y transdisciplinarios que impactan en la educación en tanto ámbito de organización de los saberes, instrumento de formación para ejercer actividades laborales y modalidad de transmisión de valores y competencias.

El impacto es en todas direcciones, pero fundamentalmente apunta a la creación de una nueva educación, la educación de la sociedad del conocimiento, que se expresa en la creación e innovación permanente de los procesos educativos que actualizan en forma permanente nuevas competencias y conocimientos.

Todas estas preocupaciones se manifiestan en el interés de educadores, académicos e investigadores que en esta Revista exponen interesantes puntos de vista, que permitirán generar y mejorar nuestras apreciaciones alrededor de esta nueva educación del siglo XXI.

JOSÉ GUADALUPE OSUNA MILLÁN
GOBERNADOR DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA



Educación, herencia de Baja California



Para cumplir con el compromiso de divulgar la producción científica de las instituciones de educación superior y centros de investigación de la entidad, el Sistema Educativo Estatal del Gobierno del Estado edita el presente número de la revista Espiritu Científico en Acción, con el propósito de ofrecer a la comunidad información respecto de temas de carácter científico que apuntalan e impulsan el desarrollo regional.

2009 ha sido designado Año Internacional de la Astronomía, y Baja California se precia de contar con el Observatorio Astronómico de San Pedro Mártir, institución que organiza charlas y conferencias para celebrar dicha designación y promover así la curiosidad y el interés de los bajacalifornianos por esta ciencia que mira al cielo.

Una de las vocaciones productivas que caracterizan a la región es el cultivo de hortalizas, y en este sentido, dos investigaciones se ocupan de la tecnología que puede aplicarse en aquéllos para hacerlos más productivos.

El tema educativo genera atracción entre los investigadores, y resulta positivo contar con ese interés, pues de ello se desprenden observaciones, análisis y descubrimientos que apoyan el establecimiento de estrategias en beneficio de la educación de niños y jóvenes.

Es el caso de investigaciones que giran en torno a la educación de los menores infractores, al perfil valoral de los estudiantes de secundaria, a los resultados de la prueba EXCALE como insumos para elaborar propuestas didácticas y a la utilización de páginas electrónicas para consolidar el aprendizaje.

Asimismo se presentan investigaciones que revaloran la ciencia y la tecnología como plataformas para apoyar la innovación y consolidar a la sociedad del conocimiento.

Hacer que la ciencia y la tecnología sean parte de la conciencia colectiva de los bajacalifornianos es una tarea que es indispensable fortalecer y mantener vigente, pues en ellas se cifra, en gran medida, la ruta hacia el bienestar personal y el progreso social.



JOSÉ ÓSCAR VEGA MARÍN
Secretario de Educación y Bienestar Social

30 AÑOS DEL OBSERVATORIO SAN PEDRO MÁRTIR NACIONAL ASTRONÓMICO ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

M. en C. Marco Arturo Moreno Corral

Un suceso importante para los astrónomos mexicanos durante el 2009, será la celebración de los 30 años de la inauguración oficial de las instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional, localizadas en lo alto de la sierra de San Pedro Mártir, B. C. Esa conmemoración formará parte de las distintas actividades que la comunidad astronómica de nuestro país desarrollará a lo largo de ese año, con motivo de los festejos que se realizarán a nivel mundial, por el “*Año Internacional de la Astronomía*”.

Aunque el trabajo de investigación astronómica comenzó en ese lugar en 1971, la infraestructura necesaria para hacer funcionar al Observatorio requirió de fuertes inversiones económicas y varios años de trabajo por parte de personal del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, esfuerzos que culminaron el 17 de septiembre de 1979, cuando las instalaciones del OAN-SPM estuvieron listas para responder a las necesidades profesionales de nuestros astrónomos. Al momento de ser inaugurado, el OAN-SPM contó con tres telescopios de tipo reflector, cuyos espejos primarios (que son el elemento óptico principal de los modernos telescopios) tienen diámetros de 2.1, 1.5 y 0.84 metros. Esos telescopios están equipados con diversos aparatos auxiliares, que permiten a los astrónomos registrar de diferentes maneras, la débil luz que llega de los lejanos objetos cósmicos, a través de la cual obtienen valiosa información sobre las condiciones físicas de los emisores. El Observatorio también cuenta con laboratorios electrónicos y talleres mecánicos, que sirven para dar mantenimiento a los telescopios y a sus delicados instrumentos. Además, cuenta con instalaciones apropiadas para soportar una población permanente de alrededor de 50 individuos, que por las características del trabajo astronómico, pasan periodos prolongados en el OAN-SPM.

Las características climáticas de la Sierra de San Pedro Mártir han resultado tan apropiadas para la observación astronómica, que nuestros astrónomos han desarrollado planes de crecimiento para el OAN-SPM, tendientes a instalar nuevos telescopios, lo que seguirá proyectando el trabajo científico que ahí se hace, a niveles internacionales como hasta ahora ha

sucedido, pero también continuará enriqueciendo culturalmente a la sociedad bajacaliforniana, beneficiaria directa de esos 30 años de existencia del OAN-SPM.

PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE NUESTRO UNIVERSO

Xavier Hernández y Mariana Epinoza / Instituto de Astronomía, UNAM

¿DE QUÉ ESTÁ HECHO EL UNIVERSO?

A la fecha no hay una respuesta certera a ésta, la pregunta más antigua e intrigante. Hasta hace poco se pensaba que casi todo era hidrógeno y helio con una pequeña parte de elementos más pesados. Ahora se piensa que el 94% del Universo está formado por la materia oscura.

¿QUÉ ES LA MATERIA OSCURA?

Se le ha llamado así a una supuesta materia que rodea las galaxias y que no hemos podido ver ni con los telescopios más poderosos. Al parecer, la materia oscura no emite ni absorbe luz, pero sí sufre los efectos de la gravedad; por ello se cree que su naturaleza es exótica.

¿POR QUÉ SE PIENSA QUE EXISTE LA MATERIA OSCURA SI NO SE HA DETECTADO NINGUNA PARTÍCULA DIRECTAMENTE?

Porque se ha observado que los discos de las galaxias espirales giran muy rápido. Tanto, que según las leyes de la gravedad ya deberían haber lanzado casi todo su gas y sus estrellas al espacio intergaláctico. Una manera de explicar que esto no haya sucedido es suponer que hay más materia que no podemos ver y que mantiene unidas a las galaxias. La otra es que las leyes de la gravedad sean distintas a distancias galácticas y cosmológicas.



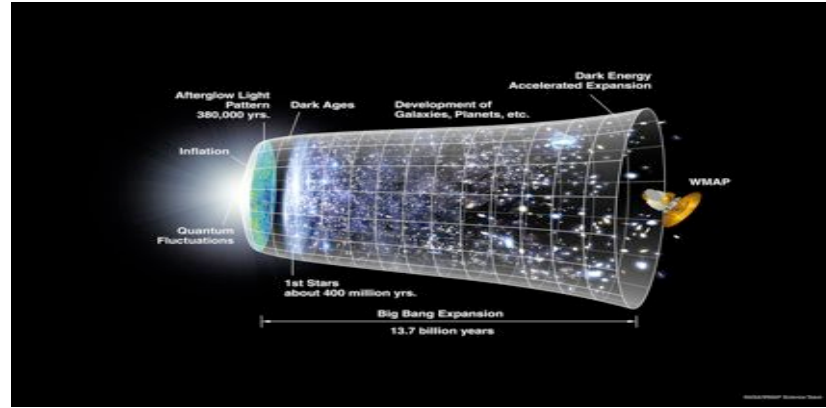
¿QUÉ ES LA ENERGÍA OSCURA?

Es el nombre que se le ha dado a un fenómeno observado: que las galaxias se alejan cada vez más rápido unas de otras, como si algo las empujara. Aún no se sabe a que se debe, ni si es energía, ni si es oscura.



¿QUÉ ES UNA GALAXIA?

Es un conglomerado de millones de estrellas, planetas, gas, polvo y materia oscura, atadas por la fuerza de gravedad. Las hay elípticas, espirales e irregulares, con formas caprichosas y espectaculares, resultado de choques galácticos.



¿QUÉ EDAD TIENE EL UNIVERSO?

Los cúmulos globulares (conglomerados esféricos de más de 100 mil estrellas) que orbitan en el halo de nuestra galaxia son los objetos más viejos que se conocen, de unos 14 mil millones de años, esto es 3 veces la edad de la Tierra. El Universo debería ser, al menos, un poco más viejo que esto.

¿QUÉ ES UNA ESTRELLA?

Una estrella es una enorme esfera de gas que mantiene un equilibrio entre dos fuerzas: la presión expansiva, debida a las elevadas temperaturas y la fuerza atractiva de la gravedad. Su brillo y temperatura provienen de los fotones liberados en las reacciones nucleares que se dan en su interior cuando transforma su combustible, el hidrógeno, en helio.

¿CÓMO NACE UNA ESTRELLA?

Cuando una nube de gas interestelar se enfría o es compactada, y su densidad aumenta tanto que su auto-gravedad domina, la nube colapsa sobre sí misma fragmentándose en un gran número de estrellas jóvenes.

¿CÓMO MUERE UNA ESTRELLA?

Cuando una estrella agota su combustible, el gas pierde presión y el núcleo de la estrella se contrae por gravedad. El colapso de las estrellas chicas es relativamente suave, y se detiene por efectos cuánticos, formándose una enana blanca. El núcleo en colapso se calienta y las capas externas son expulsadas, formando las llamadas nebulosas planetarias. En las estrellas más grandes, el colapso es muy violento, y en el centro se forma una estrella de neutrones. Las capas externas en colapso rebotan sobre este núcleo y se produce una supernova.

¿QUÉ ES UNA SUPERNOVA?

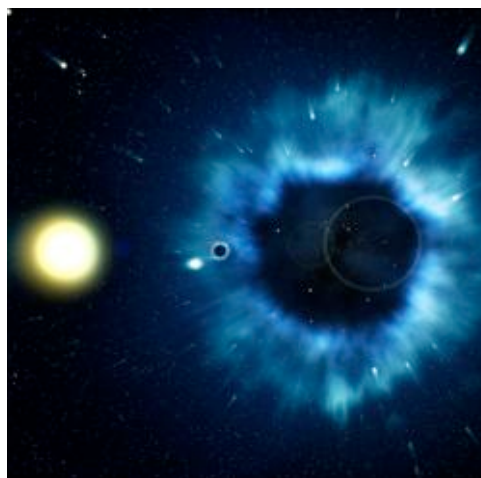
En estrellas masivas, el núcleo que se ha quedado sin combustible nuclear, no puede soportar su propio peso e implota violentamente, en un segundo aproximadamente. Se comprime hasta formar una estrella de neutrones. Las capas externas en caída rebotan sobre ella y salen disparadas a gran velocidad, transformando la implosión en una poderosa explosión, conocida como supernova. Si la estrella de neutrones es muy masiva, puede que a su vez colapse y forme un hoyo negro.

¿QUÉ SON LOS HOYOS NEGROS?

La Teoría de la Relatividad General de Einstein predice que si se logra compactar una estrella lo suficiente, ésta se colapsará ¡a un punto! Las características del tiempo y el espacio en esta región se vuelven bastante extrañas: el universo se divide en dos regiones distintas, de manera que todo lo que se acerca a la frontera del hoyo negro es tragado y desaparece absolutamente del universo externo, mientras que del interior nada puede salir, ni siquiera la luz.

¿CÓMO SABEMOS DÓNDE HAY HOYOS NEGROS?
La materia que se encuentra a punto de ser tragada como en remolino, forma un disco alrededor del hoyo negro llamado disco de acreción. La materia que está más cerca del hoyo negro gira más rápido que la de las capas exteriores del remolino, produciendo fricción y calentándose a millones de grados. A estas temperaturas la materia emite rayos-X que son detectados por telescopios satelitales.





¿CÓMO SABEMOS LA TEMPERATURA DE UNA ESTRELLA LEJANA?

Todos los objetos tienen un brillo natural, llamado radiación de cuerpo negro. El tipo de radiación que emiten los cuerpos depende de su temperatura. Los cuerpos muy calientes emiten radiación energética como la ultravioleta, los más calientes emiten en rayos X. Por el contrario, los cuerpos fríos emiten radiación en micro ondas y ondas de radio. Según el tipo de radiación que emite una estrella se puede deducir su temperatura.

¿CÓMO SABEMOS LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE OBJETOS ASTRONÓMICOS?

Al pasar la luz de las estrellas por un prisma, ésta se descompone en un espectro como el arco iris pero con unas líneas muy angostitas y más brillantes que son características de cada elemento químico a manera de huella digital. Los astrónomos buscan estas líneas en los espectros de objetos astronómicos para determinar de qué están hechos.



¿CÓMO SABEMOS A QUÉ VELOCIDAD SE MUEVEN LOS OBJETOS ASTRONÓMICOS?

Así como el sonido de una ambulancia parece cambiar con el movimiento, haciéndose más agudo cuando ésta se acerca y más grave cuando se aleja, la luz, que también es una onda, cambia de color cuando la fuente que la emite se acerca o aleja de nosotros. Éste es el famoso efecto Doppler. Los espectros del hidrógeno de las estrellas se comparan con los medidos en el laboratorio. Si sus líneas están desplazadas hacia el rojo, esto indica que la fuente se está alejando; por el contrario, si el desplazamiento se da hacia el azul, entonces la fuente en cuestión se está acercando.

¿CÓMO SABEMOS LAS MASAS DE OBJETOS ASTRONÓMICOS?

Hay dos formas: viendo cuanta luz emite, o calculando la órbita de sus satélites. A primera aproximación, si vemos que un objeto emite 1000 veces más luz que el Sol, tendrá una masa equivalente a unas 1,000 estrellas. Por otro lado, sabiendo la órbita de los satélites y utilizando la ley de gravedad de Newton, podemos calcular la masa de los objetos.



El año 2009 ha sido designado por la Organización de las Naciones Unidas como el “Año Internacional de la Astronomía 2009” (AIA2009) (International Year of Astronomy 2009 (IYA2009). Se celebrarán también los 400 años de la primera observación astronómica con un telescopio hecho por el científico italiano Galileo Galilei en el año 1609. Aunque Galileo no inventó el telescopio, construyó el suyo propio, con el que cambió el conocimiento que se tenía del Universo iniciando una gran revolución científica y tecnológica.

2 · 0 · 0 · 9

AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA

A partir de entonces se han mejorado notablemente los telescopios con los que se han llevado a cabo grandes descubrimientos astronómicos como el de los planetas extra solares, nuevas lunas, asteroides, nebulosas planetarias y lugares donde hay formación de estrellas y galaxias; se han podido calcular las distancias a otras estrellas y galaxias; se han desarrollado nuevos instrumentos para los telescopios, con los que se puede conocer la composición química de las estrellas, su temperatura y edad; se descubrió que el Universo no es estático sino que se está expandiendo. Hemos llegado a la época en que se puede “escuchar” el Universo con los potentes radiotelescopios; también se han enviado telescopios fuera de la atmósfera de nuestro planeta, que observan el cosmos en diferentes ventanas como el ultravioleta, el óptico, infrarrojo, rayos X y en rayos gama.

En el 2009 se celebrará mundialmente el “*Año Internacional de la Astronomía*” tratando de promover el interés por la astronomía y la ciencia en general.

La ONU designó a la UNESCO, como la agencia líder para la realización del AIA2009. A su vez, la Unión Astronómica Internacional (UAI) aprobó por unanimidad la resolución a favor de declarar a 2009 como el Año Internacional de la Astronomía y funcionará como el organismo que coordine las actividades específicas de esta celebración. El lema mundial adoptado para las celebraciones es: **EL UNIVERSO PARA QUE LO DESCUBRAS**. Más de 90 países se han sumado a esta celebración, incluyendo el nuestro, donde astrónomos profesionales, aficionados a la astronomía, maestros, estudiantes, y público en general se verán comprometidos con la astronomía.

En nuestro país se llevarán a cabo diversas actividades con ese propósito
Actividades en México

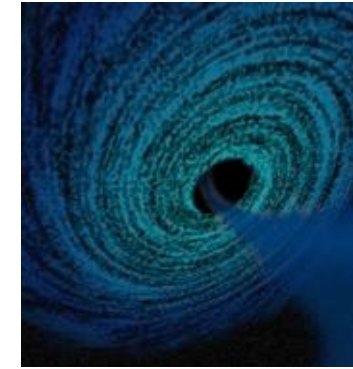
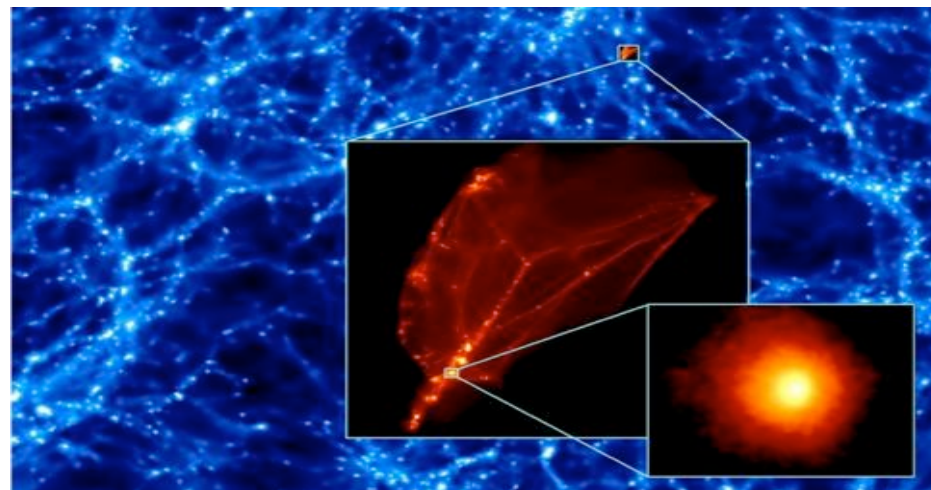
CALENDARIO

ENERO

Evento	Lugar	Fecha
Inauguración Internacional	París, Francia	15-16 de enero
Inauguración exposición fotográfica "El cielo desde México"	Sala Muñoz Acosta, CEARTE Ensenada, Baja California	31 de enero, 17 hrs. - mayo
Noche de las Estrellas (Inauguración Nacional)	22 estados de la República	31 de enero, 19 hrs.

FEBRERO

Evento	Lugar	Fecha
Concurso de Astrofotografía Guillermo Haro, inicia periodo de recepción		2 de febrero
Exposición de Astrofotografía El Universo para que lo descubras	Cd. de México Rejas de Chapultepec	9 de febrero al 16 de marzo
Reunión de Astrónomos Observadores (RAO) astrotecno@yahoo.com.mx	Toluca, Edo. de Méx.	14 y 15, 21 y 22 de febrero
Carnaval de Veracruz dedicado a la Astronomía	Veracruz	17 al 25 de febrero



MARZO

Evento	Lugar	Fecha
Concurso de Astrofotografía, termina periodo de recepción		2 de marzo
Coloquio de Ciencia Ficción	Festival de México en el Centro Histórico	17 al 19 de marzo
Les percussions de Strasbourg Radar	Festival de México en el Centro Histórico	17 de marzo
Maratón Messier	Querétaro	28 al 29 de marzo
Cierre del Concurso de Ciencia Ficción "Las Cuatro Esquinas del Universo"		31 de marzo

ABRIL

Evento	Lugar	Fecha
100 horas de Astronomía	Internacional	2 al 5 de abril
Globe at Night (Noche Mundial en favor al derecho a la Observación del Cielo)	Internacional	20 de abril
Concurso de Astrofotografía "Guillermo Haro" publicación de resultados		30 de abril

JUNIO

Evento	Lugar	Fecha
Publicación resultados del Concurso de Ciencia Ficción		8 de junio

SEPTIEMBRE

Evento	Lugar	Fecha
Congreso Nacional de Astronomía	Ensenada B.C.	Septiembre
Encuentros de Ciencia, Arte y Humanidades	Ensenada B.C.	Septiembre

OCTUBRE

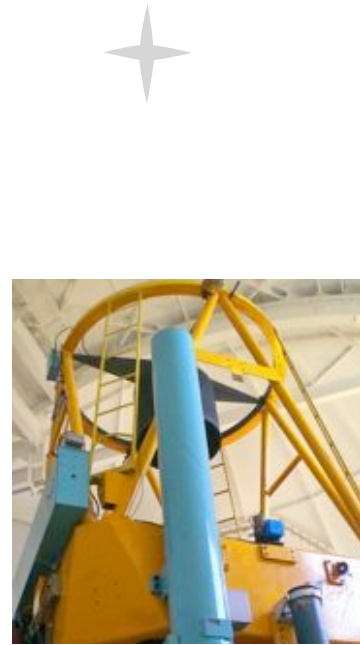
Evento	Lugar	Fecha
Festival Cervantino "Galileo y el Telescopio: 400 años"	Guanajuato	7 al 25 de octubre

NOVIEMBRE

Evento	Lugar	Fecha
Reunión Nacional de Aficionados a la Astronomía	Planetario Alfa, Monterrey, N. L.	13 al 15 de Noviembre
Feria de la Astronomía Clausura del Año Internacional	Palacio de Minería	10 días en Nov. 2009

TODO EL AÑO

Evento	Lugar	Fecha
Exhibición itinerante de 20 Fotografías astronómicas		
Maquetas ilustrativas de la Ley del Cielo	Ensenada B.C.	Enero-Dic.
Exhibición de instrumentos astronómicos		



Actividades en Baja California

PROYECTO	FECHA	LUGAR
Inauguración "Noche de las estrellas". Revisa el PROGRAMA de Actividades.	Enero 31, 2009. 6:00 PM	CEARTE Ensenada
Exposición Fotográfica "El Cielo desde México"	Enero 31 - Febrero 29, 2009 Inauguración 5:00PM	Sala Muñoz Acosta, CEARTE Ensenada
Conferencia: Dr. Luis Aguilar	19 de Febrero 2009	CEARTE
Personajes de la Astronomía	Por definir	CEARTE
El Cielo de Nuestros Antepasados INAH-IAUNAM-E	Finales de Mayo 2009	El Vallecito
Maquetas Ilustrativas "La Ley del Cielo"	Enero-Diciembre 2009	
Exposición Itinerante "Antiguos Instrumentos Astronómicos"	8 de Mayo 2009	Museo Ex-Cárcel Ensenada
Verano en el Observatorio 2009	Enero-Julio 2009	Instalaciones del IAUNAM-E
Congreso Nacional de Astronomía	Septiembre 2009	Instalaciones del IAUNAM-E
Curso de Verano INAH	Agosto	Museo Histórico Regional



MONITOREO DE CULTIVOS EN INVERNADEROS CON *redes inalámbricas* DE SENSORES EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA

Rolando A. Cárdenas Tamayo y J. Antonio García Macías
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
cardenas@cicese.mx - jagm@cicese.mx
Enrique Strassburger Madrigal / Acuicultura del Desierto, S. R.
strassburger@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La agricultura representa una importante fuente de ingreso y producción alimentaria en el estado de Baja California, es por eso que el sector agrícola es de significativa importancia a nivel estatal. Sin embargo, existe un gran rezago en materia tecnológica en comparación con países desarrollados.

Mucho de esto se debe a la incoasteabilidad de la tecnología de alta inversión, que se basa en insumos de alto costo, normalmente importados y no siempre usados en forma eficiente. Aunado a esto, la disponibilidad de recursos naturales (el agua por ejemplo), va en decremento.

Lo anterior da origen a productos agrícolas caros que no compiten en el mercado nacional con los productos agrícolas importados. Para corregir el problema, es necesario que la agricultura del futuro se apoye en la tecnología para incorporar nuevas técnicas de producción de cultivos como lo es la agricultura de precisión, entre otras. La agricultura de precisión se define como un sistema diseñado para

optimizar la producción agrícola cuidadosamente, adaptando los suelos y la gestión de los cultivos a las condiciones particulares de la región donde se encuentre, de tal forma que se mantenga la calidad del medio ambiente. Para lograr sus objetivos, este modelo de agricultura se apoya en tecnologías como son las redes inalámbricas de sensores para el monitoreo de cultivos, ya que representan una excelente vía para obtener información precisa sobre el área donde se trabaja.

Las redes inalámbricas de sensores (WSN por sus siglas en inglés), son un tipo de red de comunicaciones formadas por pequeños dispositivos con recursos muy sencillos (batería, memoria, procesador). Se caracterizan por su facilidad de despliegue y por ser autoconfigurables, pudiendo convertirse en todo momento en emisor o receptor, ofrecer servicios de encaminamiento entre nodos sin visión directa, así como registrar datos referentes a los sensores locales de cada nodo. Su aplicación en la agricultura puede jugar un papel muy importante, debido a que a través de ellas es posible



controlar y monitorear los recursos agrícolas que se encuentren en el campo, y a la vez procesar la información que se transmite. Entre sus principales aplicaciones se encuentran:

- ⊙ Supervisión y control ambiental (radiación, viento...)
- ⊙ Monitoreo de invernaderos y mallas
- ⊙ Predicción de heladas
- ⊙ Predicción de plagas y enfermedades
- ⊙ Supervisión y control de riego
- ⊙ Manejo de sensores y actuadores

Con el fin de impulsar el crecimiento del sector agrícola, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la empresa Acuicultura del Desierto ubicada en el Valle de Guadalupe, han desarrollado un proyecto en conjunto cuyo objetivo es introducir tecnologías de bajo costo para apoyo a la producción de cultivos en invernaderos, de tal forma que se garantice:

- ⊙ El monitoreo constante de los parámetros climáticos.
- ⊙ Caracterización del suelo del cultivo y el agua de riego.
- ⊙ El uso adecuado de los fertilizantes en la nutrición de los cultivos.
- ⊙ Estimación del tiempo de crecimiento de un cultivo
- ⊙ La reducción del impacto ambiental.

INICIANDO EL MONITOREO DE CULTIVOS DE INVERNADEROS

El primer paso para el desarrollo del proyecto consistió en la instalación de una red inalámbrica de sensores en los invernaderos de Acuicultura del Desierto. Antes de iniciar la instalación fue necesario realizar una serie de pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de la red y el software de administración. La idea general de la prueba fue comprobar todas las funcionalidades disponibles de la red y así poder contrastar su comportamiento con el que presente una vez realizada su instalación.

INSTALACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA DE SENSORES

Durante el proceso de instalación, el primer punto a considerar es la ubicación de los nodos de la red. Para dicha labor es necesario tomar en cuenta algunos datos específicos de la región y el área de siembra como son:

- Dirección del viento.** Este aspecto es importante debido a que afecta directamente la transmisión de cada uno de los nodos de la red
- Inclinación del terreno.** Es importante cuando se utilizan sensores de humedad y temperatura del suelo, debido a que si los sensores no son instalados en puntos estratégicos del terreno no se obtendrán lecturas que reflejen datos significativos
- Espacios disponibles.** Es importante cuando no se cuenta con infraestructura física que apoye a los sensores y nodos de la red. Los espacios disponibles

son puntos potenciales para la ubicación de los sensores, la selección de éstos se establece en base a su utilización, como por ejemplo: paso de maquinaria o trabajadores, etc.

Estructura física. Este punto debe considerarse cuando se cuenta con alguna estructura como invernadero, malla sombra, etc. Para el caso de las estructuras físicas, es necesario tomar en cuenta la ubicación de los sensores para evitar potenciales problemas como las interferencias que pueden afectar la calidad de la señal.

El siguiente paso consiste en realizar una prueba de la calidad de la señal inalámbrica de los nodos de red; dicha prueba permite conocer cuál es el punto en el área de instalación donde mejor transmisión de datos tendrán los nodos, dichos resultados son de suma importancia cuando la estación base de la red se encuentra ubicada en un área lejana a los nodos. Una vez que concluyó esta prueba, se inició el proceso de instalación de la red, tomando en cuenta las zonas estratégicas donde se encontró mayor intensidad de la señal para transmisión de datos. La Figura 1 presenta la gráfica de la intensidad de la señal inalámbrica de los nodos de la red, para un invernadero de Acuicultura del Desierto.

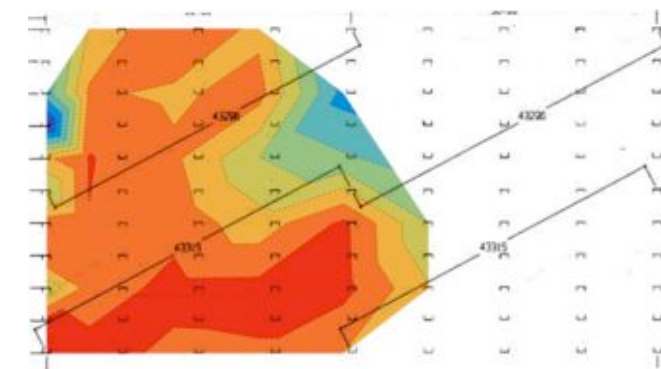


Figura 1: Prueba de la intensidad de la señal de los nodos de la red

Como es posible apreciar en la figura, las zonas rojas es donde se midió la mayor intensidad de la señal, por el contrario, en las zonas azules es donde se midió la menor intensidad. Ya con los resultados de la prueba de calidad de la señal y los espacios y ubicación definidos, es posible realizar la instalación física de la red.

La Figura 2 presenta la ubicación de los componentes físicos de la red después de su instalación en unos invernaderos de Acuicultura del Desierto.



Figura 2: Red de sensores en los invernaderos de Acuicultura del Desierto

Una vez concluida la instalación de la red inalámbrica de sensores, el siguiente paso fue iniciar con las labores de monitoreo, por lo que se comenzó con la tarea de captura de la información proveída por la red. Para llevar a cabo dicha tarea, se desarrolló una aplicación para dispositivos iPhone, a través de la cual es posible realizar algunas tareas de administración de la red de sensores, dichas tareas consisten en la visualización de los parámetros capturados por los sensores, así como el despliegue del estado de los nodos. Unas capturas de pantalla de la aplicación se presentan en la Figura 3.

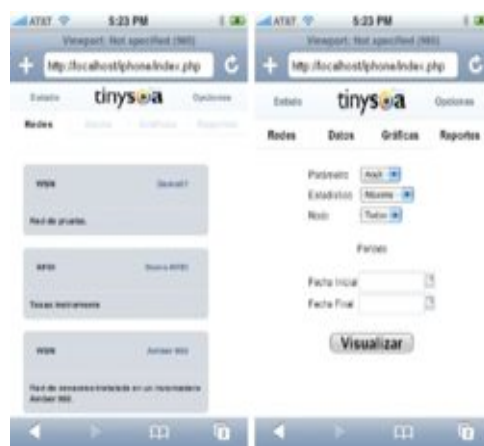


Figura 3: Captura de pantalla del visor para WSN en dispositivos iPhone

INTERPRETANDO LA INFORMACIÓN DE LA RED DE SENSORES

Una vez que se ha iniciado la captura de información por parte de la red de sensores, realizamos el diseño e implementación de un sistema software, con un módulo para apoyo en la tarea de fertirrigación y otro para estimar el tiempo aproximado del crecimiento de un cultivo.

Para realizar la estimación del crecimiento de un cultivo se utilizó el concepto de los grados-días, el cual puede definirse como la cantidad de calor necesaria por una planta para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro. Los grados-días vienen a presentar una solución importante ya que presentan características que pueden ser adaptadas dependiendo del tipo de cultivo, región y estación del año. De manera adicional, es necesario tomar en cuenta registros históricos sobre temperaturas de la región. La importancia de estimar el tiempo de crecimiento de un cultivo radica en la amplia gama de posibilidades que ofrece a los administradores de cultivos al momento de tomar una decisión respecto al manejo de las plantas.

El segundo módulo brindó soporte a la tarea de fertirrigación, la cual puede ser definida como la aplicación de soluciones nutritivas a un cultivo, necesarias para el crecimiento de las plantas. Para su aplicación, es necesario tomar en cuenta la cantidad, la proporción y forma química requerida por las plantas según su etapa fenológica, el ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, todo esto con el objetivo de lograr a corto y largo plazos altos rendimientos en la producción y aumento en la calidad del cultivo. El módulo desarrollado se encarga de calcular la cantidad de fertilizante que es necesario disolver en una solución de agua suficiente para regar el cultivo. Para realizar el cálculo del fertilizante se toma en cuenta los análisis de agua, suelo y el tipo de cultivo. Es necesario que la información provista de los análisis sea, a lo más, de la última temporada de siembra, esto para lograr una precisión adecuada en el momento de realizar los cálculos por parte del sistema. La Figura 4 presenta las capturas de pantalla del sistema desarrollado para el monitoreo de los invernaderos de Acuicultura del Desierto.

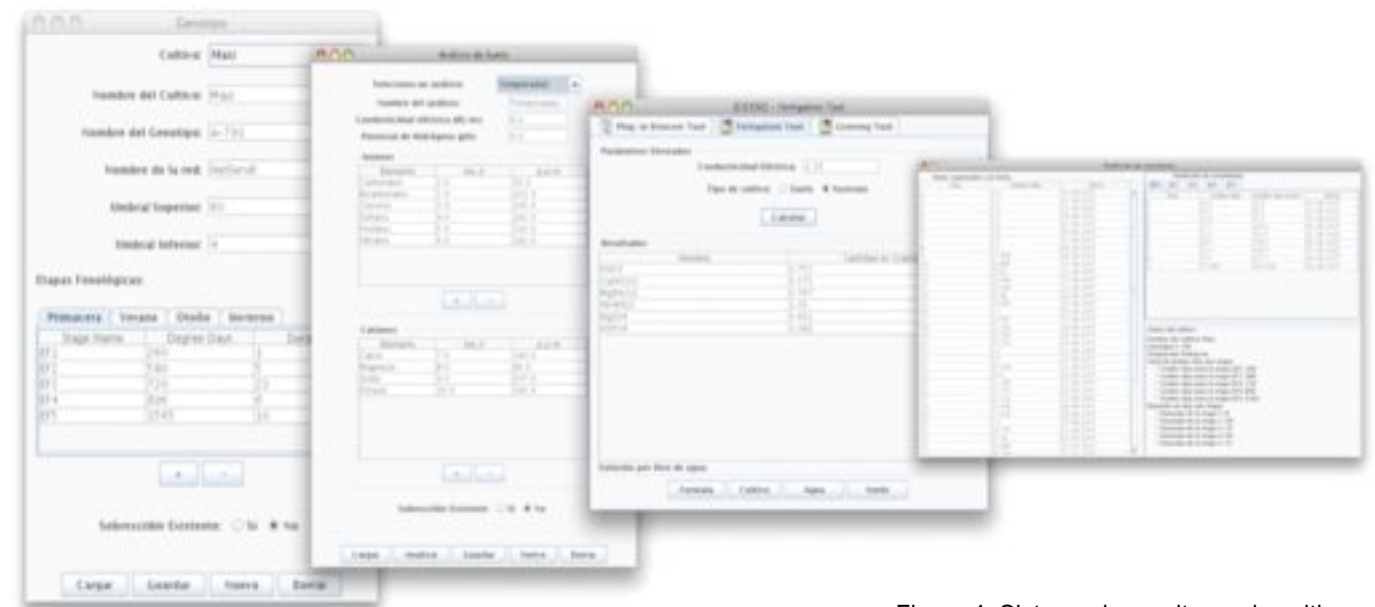


Figura 4: Sistema de monitoreo de cultivos.

Como es posible apreciar en las pantallas de captura del sistema, el diseño de la interfaz de usuario es bastante sencillo, aspecto que fue bastante cuidado durante el diseño del mismo.

CONCLUSIONES

La tecnología de redes inalámbricas de sensores WSN pone en manos de los responsables del manejo de los cultivos en el campo, la posibilidad de medir con precisión aspectos climatológicos que afectan el volumen de las cosechas. Disponer de información básica del clima ayuda en la prevención de daños a cultivos y ataques de plagas y enfermedades. Los resultados presentados en el sistema muestran diferentes aspectos sobre un cultivo en particular. Toda la información proporcionada tiene el objetivo de servir como apoyo en la toma de decisiones a las personas encargadas del manejo de los cultivos.

En el caso particular de Acuicultura del Desierto, con la información provista por la red de sensores fue posible determinar que si se retrasaba dos meses el inicio de la siembra de tomate durante el otoño, se disminuía el riesgo de daños a los cultivos por fenómenos climatológicos. De manera adicional pudo determinarse que si se rotaran 90 grados las construcciones de los invernaderos, se lograría mejor ventilación de los mismos, factor que será tomado en cuenta para futuras construcciones, según mencionaron los dueños del lugar. Consideramos que nuestra propuesta para el estado de Baja California, tiene el potencial de reducir los costos de producción de cultivos de invernaderos, así como el impacto ambiental, a través del uso de información precisa.

BIBLIOGRAFÍA

- De Alba, Gabino, (2000) "El Presente y el futuro de la Agricultura en México 2/2". Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 1.
- Blackmore, S., (1994) "Precision Farming: An Introduction". Outlook on Agriculture. 4. 275280 p.
- Langendoen, K., Baggio, A. y Visser, O., (2006) "Murphy Loves Potatoes: Experiences From a Pilot Sensor Network Deployment in Precision Agriculture". Parallel and Distributed Processing Symposium. 1. 20-28 p.
- Steiner, A. A., (1984) "The universal nutrient solution". Proceedings 6th International Congress on Soilless Culture. 1084. 633650 p.
- Chavez, Leonardo Tijerina, (1999) "Requerimientos Hídricos de Cultivos Bajo Sistemas de Fertirrigación". TERRALatinoamericana. 17(003). 237245 p.
- Ayers, R.S. y Wescott, (1994) "Water quality for agriculture". Irrigation and Drainage. 29-30 p.
- Navarro, G.M., (1997) "Fertirrigación de Cultivos Hortícolas". Manual del Curso Teórico-Práctico. 23-30 p.

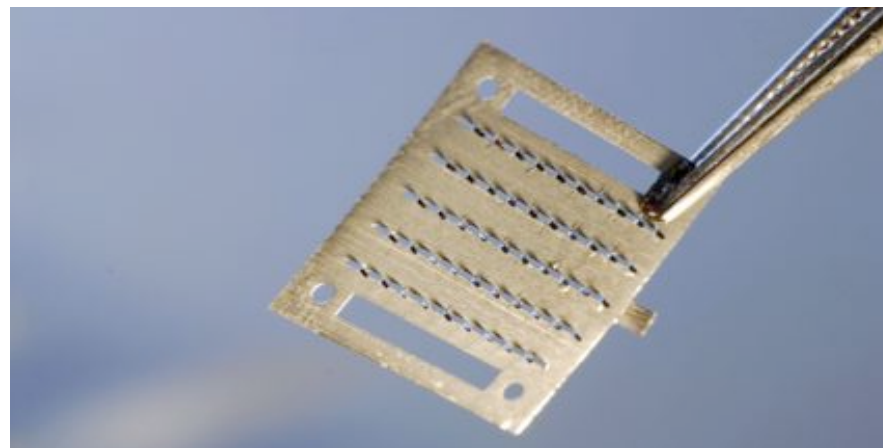
REVALORIZANDO LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

Este ensayo ofrece una reflexión para restablecer, en nuestro medio, el valor que tiene el conocimiento científico y tecnológico en las sociedades contemporáneas. Está demostrado que los avances tecnológicos han sido la fuerza motriz clave para la industrialización de los países desarrollados a través del crecimiento en su productividad. A su vez, los países desarrollados invierten más en investigación y desarrollo tecnológico y, por ende, crecerán más en el futuro y podrán destinar mayores recursos al desarrollo de Ciencia y Tecnología (C y T). Es decir, se logra un círculo virtuoso (Figura 1). La receta parece fácil: Los países que más crecen económicamente e incrementan el nivel de bienestar de su población son los países y regiones que invierten más en C y T.



Figura 1. Círculo virtuoso de crecimiento.
Fuente: Con base en OECD (1996)

Desde la perspectiva de una economía en vías de desarrollo como la mexicana, el planteamiento es el siguiente: ¿Cómo se podrían lograr tasas aceptables de crecimiento económico que incrementen el nivel de vida de la población si no se invierte en ciencia y tecnología? Más aún, ¿Cómo vamos a invertir más en ciencia y tecnología si no crecemos económicamente y, por ende, generamos recursos escasos para satisfacer necesidades ilimitadas? Al contrario del párrafo anterior, nos encontramos en un círculo vicioso. La pregunta del millón ¿Cómo rompemos el esquema para pasar de un círculo vicioso a un círculo virtuoso? Al igual que sucede con las familias, la generación de riqueza regional y nacional radica en el ahorro y la inversión.



¿Qué hacer? Lo más importante es subir en la agenda nacional y regional el tema de Ciencia y Tecnología. Lo anterior resulta complicado cuando se tiene que enfrentar temas como el de la crisis económica, la inseguridad pública y la pobreza o desigualdad, entre otros. No hay presupuesto que alcance. Aún así, se tiene que hacer un esfuerzo no sólo de invertir más en C y T, sino de administrar mejor el proceso integral.

Para que esto ocurra se debe tener una visión, como sociedad, de la importancia de la C y T. Y como ya ocurre en otras partes, estimular y fomentar "la participación de los niños y sus padres, de las escuelas y sus profesores, de los centros de investigación, líderes empresariales y los medios, para avanzar hacia una sociedad emocionada con la ciencia, que valore su importancia, se sienta confiada en su

Jorge Ramos
Ismael Plascencia López
Docentes adscritos a la Facultad de
Ciencias Administrativas de la UABC

uso y que se soporte en una fuerza de trabajo científicamente calificada". El reto es enorme, el ciudadano común debe entender en qué le beneficia la ciencia y tecnología. Existe una iniciativa del gobierno federal para impulsar y fomentar la ciencia y la tecnología, evidencia de ello es el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Lo siguiente es aterrizar estos esfuerzos a través de programas estatales concatenados que apelen a la ciencia y la tecnología como medios para mejorar las condiciones de vida. El primer esfuerzo es hacer conciencia en los ciudadanos sobre la importancia de la C y T, y que en su psicología social exija no sólo al gobierno, sino a las empresas e instituciones, mayores esfuerzos en estas materias para ser competitivos. ¿Por qué la ciencia y la tecnología? La ciencia es la acumulación de conocimiento basada en la escolaridad e investigación en las disciplinas de la física, biología, ingeniería, médica, sociales incluyendo las humanidades y el arte (DIUS, 2008). Todas ellas están sustentadas por el método científico que nos enseñan desde la primaria: observación, hipótesis, experimentación, elaboración de teorías, e incluso leyes. Por lo anterior, la ciencia resulta ser un vehículo para el desarrollo de ideas, las cuales a su vez promueven y mejoran la producción de tecnología o la tecnología de la producción. ¿Confuso? En términos más sencillos: la ciencia es la generación y acumulación de conocimiento, y la tecnología es la aplicación de dicho conocimiento en la resolución de problemas.

La ciencia es pública y universal. La tecnología es tanto pública como privada. La frontera entre ciencia y tecnología resulta a veces borrosa y dinámica. La experiencia humana es la acumulación y avances de conocimiento. Lo anterior no siempre se presenta de manera continua, en algunas ocasiones el conocimiento se pierde pero con la historia y el método científico se pretende avanzar de forma constante. De acuerdo con Paul Lowe (1995), la tecnología es un constituyente del universo de conocimiento.

El conocimiento tecnológico puede ser altamente científico y abstracto, pero también puede ser muy concreto y empírico. Siguiendo con el mismo autor el continuum de conocimiento podría expresarse como sigue (Lowe, 1995):

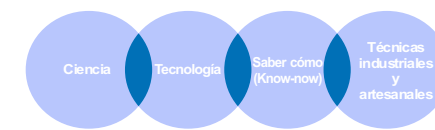
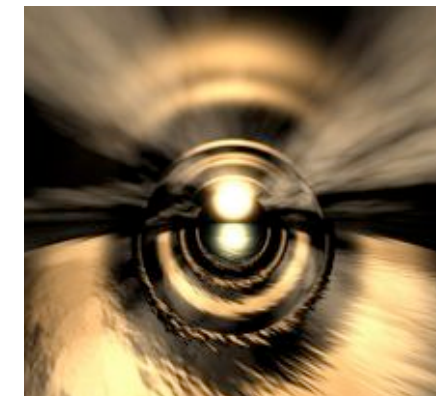


Figura 2. Acumulación de Conocimiento Científico Tecnológico.
Fuente: Elaboración propia con base en Lowe (1995)

La palabra "Tecnología" proviene del griego *Tekhnologia* que significa el tratamiento sistemático de un arte o artesanía. (*Techne* es un arte o habilidad, *logia* es una ciencia o estudio). De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española (2009): "Tecnología es un conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico..."; "...es el lenguaje propio de una ciencia o de un arte..." y "...es el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto".

La definición conceptual no termina ahí, es necesario incorporar el concepto de "innovación" a los de ciencia y tecnología. ¿Qué es la innovación? Una distinción importante la hace Fagerberg *et al* (2005), al discutir la diferencia entre invención e innovación. La invención es la primera ocurrencia de una idea para un nuevo producto o proceso, mientras que la innovación es el primer intento de llevar la invención a la práctica. Por ello, en muchas ocasiones, la invención e innovación están relacionadas, al extremo que es difícil distinguir una de otra. Mientras que las invenciones pueden ocurrir en casi cualquier parte, como por ejemplo las universidades, la innovación ocurre principalmente en las empresas. De ahí la importancia de la vinculación entre instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas. Para que las empresas conviertan las invenciones en innova-

ciones, necesitan combinar diferentes tipos de conocimientos, capacidades, habilidades y recursos. Explicándolo a manera de ejemplo: el hombre de Neanderthal utilizaba el óxido de hierro como pigmento para crear dibujos en las paredes de las cuevas. Ahora se utiliza el mismo material, óxido de hierro, para "pintar" grabaciones en las cintas magnéticas del video-casete (VCR). Los ejemplos de cambio tecnológico abundan. La ley de Moore asegura que el número de transistores que se insertan en un chip de computadora se duplican aproximadamente cada 18 meses.



El progreso o cambio tecnológico es la forma en la que se transforman los insumos, a través de un proceso, en productos.

Es necesario que la sociedad entienda y se sienta familiarizada con la C y T y no vea estas actividades como algo que se hace únicamente en laboratorios de la NASA. El progreso o cambio tecnológico es la forma en la que se transforman los insumos, a través de un proceso, en productos. Lo interesante es que el cambio tecnológico no sólo afecta organizaciones, sino procesos y organizaciones. La creación de Wal-Mart como revolución al comercio minorista no es un cambio tecnológico menos importante que los avances en las tecnologías de los semiconductores. El cambio tecnológico en las líneas de ensamble y las técnicas de producción en masa permitió a la compañía de Henry Ford producir un automóvil Modelo T cada 24 segundos, y pagar un salario a sus trabajadores de \$5 dólares diarios cuando los salarios prevalcientes en la época eran menos de la mitad (Jones, 1998).

Las políticas de C y T, para que sean significativas, necesitan estar integradas en el marco global de políticas gubernamentales. El reforzamiento mutuo y la armonización con otras políticas, como la económica, social, educativa y ambiental, incrementará el bienestar regional. Por ello es necesaria una visión sistémica que considere a las empresas (nivel micro), las instituciones (nivel meso), el gobierno (nivel macro) y la sociedad (nivel meta) en su conjunto (Meyer-Stamer, 2008).

Existe la percepción de que una forma de salir de una recesión económica y estancamiento industrial es estimulando la innovación tecnológica. El crecimiento económico posterior a la crisis será acelerado cuando se construya un acervo de tecnologías emergentes que amplíe la futura base industrial. Las estrategias basadas en conocimiento deben ser los elementos clave de las nuevas políticas regionales. Si no tomamos las medidas y precauciones necesarias, México como país competitivo, seguirá siendo "el México que no fue".



BIBLIOGRAFÍA

CONACYT (2008) Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D. F.

DIUS (2008) A vision for Science and Society. A Consultation on developing a new strategy for the UK. Department for Innovation, Universities & Skills.

Fagerberg, Jan, et al (2006) The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press. New York, N. Y.

Jones, Charles (1998) Introduction to Economic Growth. W. W. Norton & Company, New York, New York.

Lowe, Paul (1995) The Management of Technology. Perception and opportunities. Chapman & Hall. London, U. K.

Meyer-Stamer Jorg (2008) "Sistemic Competitiveness and Local Economic Development". In Shamim Bodhanya (ed.), Large Scale Systemic Change: Theories, Modelling and Practices. Duisburg, Germany.

OECD (1996) Technology and Industrial Performance. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France.

Diccionario de la Real Academia Española en Línea:
http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=tecnologia

INTRODUCCIÓN

Los Objetos de Aprendizaje, materiales educativos digitales que consisten de uno o múltiples medios: texto, imagen, animación, video y audio, son cada vez más utilizados como una nueva forma de transmisión de conocimiento. Un ejemplo pudiera representar el aparato circulatorio del cuerpo humano, consistiendo de imágenes, animaciones, explicaciones audibles e inclusive el permitir al estudiante interactuar con él, (ver Figura 1). Mediante estos materiales se busca estimular la capacidad perceptiva y de aprendizaje en el estudiante, complementando el uso de los materiales tradicionales.

Producir OA requiere considerables recursos económicos, tiempo y experiencia pedagógica y tecnológica. Situación que generalmente es una barrera para que los educadores construyan sus propios materiales digitales, tal como lo hacen con materiales convencionales. Una forma de superar esta limitante es mediante el uso de OA libres, esto es, materiales ya creados y disponibles en Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROAs) para su uso y evaluación por la comunidad educativa en general.

En este artículo se presenta un marco de categorización de OA dirigido a minimizar el tiempo de búsqueda y selección de materiales focalizados, es decir, instruccionalmente adecuados a un contexto de aprendizaje específico. Presentamos una serie de sitios donde instructores encontrarán materiales gratuitos, y estrategias para su selección, almacenamiento, uso y evaluación.

OBJETOS DE APRENDIZAJE Y SU CATEGORIZACIÓN

El término Objeto de Aprendizaje, en general se define como "cualquier recurso digital, que pueda ser usado para aprender, educar, entrenar o apoyar el aprendizaje" (Wiley, 2001). Sus principales características incluyen capacidad de reutilización, adaptación a múltiples contextos de aprendizaje, facilidad de referencia, independencia tecnológica e integración entre objetos (Beck, 2007). Para nuestro objeto de interés, consideraremos sólo OA disponibles en Internet y de libre uso para cualquier comunidad educativa.



ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN, USO Y EVALUACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE FOCALIZADOS

Omar Álvarez Xochihua - aomar@uabc.mx
José Manuel Valencia - jova@uabc.mx
Docentes adscritos a la UABC



Figura 1. Objeto de Aprendizaje Interactivo

Existen diversas formas de categorizar los OA. Aquí proponemos una integración de la taxonomía de combinación de medios (Wiley, 2001), y los seis niveles del dominio cognitivo propuestos por Bloom (Ruiz, Muñoz & Álvarez, 2007), (ver Figura 2).

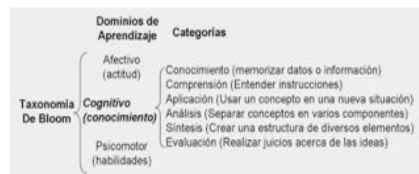


Figura 2. Taxonomía de Dominios de Aprendizaje de Bloom

Las taxonomías anteriores generan un marco de categorización bidimensional, la *combinación de medios* y el *objetivo de aprendizaje*, presentado en la Figura 3. Basados en la taxonomía de Bloom, Anderson afirma que a mayor dimensión

cognitiva, mayor es la relevancia del aprendizaje (Anderson & Krathwohl, 2001). Singh asevera que combinar efectivamente múltiples medios beneficia el proceso de aprendizaje (Singh, 2003). Nuestra propuesta es que a mayor dimensión cognitiva, mayor es el número de medios requeridos y la interacción entre el OA y el alumno. Por ejemplo, para *memorizar* contenidos, el uso de texto o una imagen pudiera ser suficiente. Para *entender* algún proceso, una animación sería más útil. Mientras que para *evaluar* una situación, se recomienda un OA que permita múltiples escenarios y la interacción con el alumno. Este marco bidimensional ayuda a instructores a identificar el tipo y número de medios necesarios para reforzar cierto dominio cognitivo.

MECANISMOS DE SELECCIÓN

Un repositorio es considerado un sistema que, vía un navegador de Internet, permite almacenar, administrar y disseminar documentos, referencias o cualquier activo digital. Múltiples repositorios de OA están disponibles actualmente. El "Sitio de Objetos de Aprendizaje" del "Centro de Educación Internacional" tiene una interesante lista con alrededor de 50 ROAs (Beck, 2007). Otra iniciativa es la "Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje" (LACLO), creada en 2007. Ésta es una

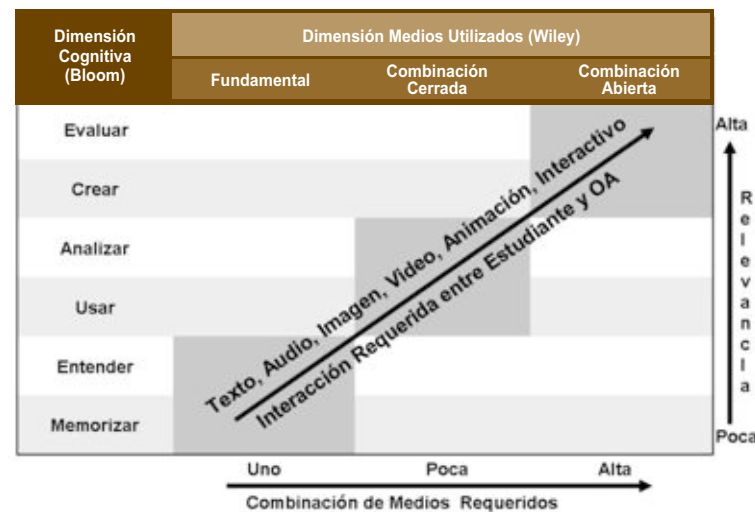


Figura 3. Marco de Categorización de Objetos de Aprendizaje



comunidad abierta a instituciones que realicen investigación, creación o uso de OA. Su objetivo es articular las fortalezas de sus miembros para enfrentar en una forma colaborativa los retos de crear OA de calidad y hechos a la medida de cada entidad educativa, ofreciendo sus recursos de manera gratuita para cualquier institución latina (LACLO, 2009).

Habitualmente estos repositorios son de libre acceso. Se clasifican por área de estudio y están dirigidos a audiencias desde nivel pre-escolar hasta superior. Brindan servicios como herramientas de búsqueda y navegación, espacios personales, registro de favoritos e historial de recursos utilizados. Funciones avanzadas incluyen descarga de recursos automática, evaluación de expertos y enlace entre repositorios (Neven & Duval, 2002).

ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN

La participación de educadores en el diseño de sus OA es primordial, dada su experiencia pedagógica y que conocen el contexto educativo propio. Sin embargo, antes de esto, es indispensable que obtengan destreza en su uso, evaluación y en como integrarlos a sus contenidos temáticos. Seleccionar los OA que realmente requieren y pueden utilizar es vital para poder apreciar su impacto en la formación de los estudiantes. Los siguientes 5 pasos simplifican la selección de OA focalizados.

1. Definir capacidades tecnológicas propias

El objetivo de este primer paso es que el educador identifique las características del equipo donde sus estudiantes utilizarán los OA. El fin es prevenir problemas técnicos tales como configuraciones insuficientes, lentitud de

ejecución o alumnos inactivos por falta de equipo, eliminando distractores al momento de la instrucción. Para identificar las capacidades tecnológicas propias considerar lo siguiente:

- Número de equipos de cómputo por estudiante. Si no existe una computadora por alumno se recomiendan OA con enfoque grupal.
- Estudiantes con computadora en casa. Permitirá asignar actividades extraclase.
- Antigüedad del equipo disponible. Equipos con hasta 3 años de antigüedad dan buen tiempo de respuesta ante OA que utilizan múltiples medios.
- Disponibilidad de proyector. Permitirá realizar demostraciones grupales.
- Disponibilidad de pizarrón digital. Permitirá realizar demostraciones grupales e interacción con los OA.
- Disponibilidad de Internet. No requerirá almacenar los OA en su equipo personal.
- Disponibilidad de servidor local. Permitirá almacenar OA en un repositorio local.
- Disponibilidad de personal de soporte técnico. Ayudará a conocer a detalle las capacidades de su equipo y solicitar las configuraciones requeridas.

2. Definir objetivos pedagógicos

Basado en los objetivos pedagógicos que se desean fortalecer mediante el uso de OA, se considera lo siguiente:

- Definir el dominio de estudio. Seleccionar el curso o temática que desea atender.
- Analizar el plan de clase. Identificar contenidos a reforzar en el temario de clase; iniciar con pequeñas cantidades es adecuado, de 1 a 3 tópicos es recomendado.

El seguimiento de estos pasos ayudará a optimizar el uso de su tiempo y recursos. Algunas de estas estrategias también tendrán un impacto indirecto al momento de utilizar los materiales con sus alumnos.

- c) Definir objetivo cognitivo. Seleccionar los elementos a reforzar: memorizar, entender, usar, analizar, crear y evaluar, según el marco de la Figura 3.
- d) Definir tiempo de uso. Estimar el tiempo que desea invertir en el uso del material, el uso de un OA tiene una duración aproximada de entre 1 y 15 minutos.

3. Generar la lista de OA requeridos

Una vez que se han identificado las capacidades tecnológicas y los objetivos pedagógicos, podemos generar la lista de los OA requeridos y sus características. La Tabla 1 nos presenta un formato que nos ayudará a organizar nuestra búsqueda.

Características Requeridas en los OA							
Curso	Tópico	Objetivo Didáctico	Tipo de Medios	Tiempo de Instrucción	Interacción Alumno-OA	Número Usuarios	Tipo de Acceso
Ciencias Naturales	Sistema Solar	Entender y Evaluación	Imágenes y Animaciones	10 minutos	Requerida	Individual	PC o Internet
Ciencias Naturales	Metamorfosis	Analizar	Animaciones y Videos	10 minutos	No Requerida	Grupos de 3	CDs
Química	Reactivos Químicos	Usar	Simulación	30 minutos	Requerida	Todo el Grupo	Pizarrón Digital

Tabla 1. Lista de Objeto de Aprendizaje Requeridos

ROAs de Libre Uso en Español Recomendados	Características					
	Nivel Educativo	Área de Aprendizaje	Volumen de OA	Tipo de Medios	Ambiente Búsqueda	Funciones Avanzadas
www.proyectoagrega.es	Primaria a Preparatoria	Múltiples disciplinas	32500+	Multimedios Interactivos	Amigable y Práctico	Descarga Automática
biblioteca.universia.net	Primaria a Universitario	Múltiples disciplinas	10000+	Multimedios Interactivos	Amigable y Práctico	Búsqueda Avanzada
descartes.cnice.mec.es	Primaria a Bachillerato	Matemáticas	1150+	Páginas web Java-Applets	Amigable y Práctico	Soporte pedagógico
www.colombiaaprende.edu.co	Primaria a Universitario	Múltiples disciplinas	2200+	Páginas web	Registro requerido	Espacio personal
aplicacionesdidacticas.org	Universitario	Múltiples disciplinas	32	Animaciones y PPT	Amigable y Práctico	No
www.lacio.org	Preescolar a Preparatoria	Múltiples disciplinas	500+	Texto, PPT e Imágenes	Amigable	No
Biblioteca.itsm.mx/oa/principal.htm	Universitario	Múltiples disciplinas	125+	Páginas web Interactivas	Amigable	No

Tabla 2. Repositorios de Objetos de Aprendizaje Recomendados

4. Identificar ROAs adecuados

La Tabla 2 presenta una lista de ROAs en español recomendados debido a su facilidad de uso, funcionalidades proporcionadas y por el número y calidad de OA disponibles.

5. Realizar la búsqueda de OA

Durante el proceso de búsqueda de OA se encontrará infinidad de información de importancia para otras competencias en el curso, otros cursos, o de interés personal.



Para efectos de eficientar el tiempo de búsqueda recomendamos lo siguiente:

- Tener a la mano la lista de OA requeridos, generada en el paso 3.
- Definir un tiempo estimado de búsqueda, procurar un momento donde no tenga muchos distractores. Evite agobiarse al pasar más de 2 horas en la actividad.
- Mantener el enfoque en el objetivo de su búsqueda; se encontrarán distractores en el camino, manténgase concentrado en su objetivo.
- Utilizar ROAs conocidos, para evitar invertir tiempo en familiarizarse con nuevas interfaces y funcionalidades (programe tiempo de búsqueda de nuevos ROAs).
- Almacenar los OA seleccionados o generar una lista de referencia de los sitios donde se encuentren los materiales que le satisfagan.
- Evaluar y ponderar los OA colectados en base al cumplimiento de sus objetivos didácticos y sus capacidades tecnológicas de acuerdo a la Tabla 1.
- Seleccionar los OA con mayor ponderación alcanzada.

El seguimiento de estos pasos ayudará a optimizar el uso de su tiempo y recursos durante el proceso de selección. Algunas de estas estrategias también tendrán un impacto indirecto al momento de utilizar los materiales con sus alumnos.

ESTRATEGIAS DE ALMACENAMIENTO Y USO

El mantener un control de los OA seleccionados es relevante para su fácil localización y uso. Contamos básicamente con cuatro tipos de almacenamiento: medios móviles (CD, DVD, USB), computadora de escritorio o



Tipos de Almacenamiento	Capacidades					
	Medio o Dispositivo	Usabilidad	Distribución del OA	Tiempo Almacenar	Costo Requerido	Preservación
Medios Móviles	CD, DVD, USB, otros	Fácil Uso (manejo convencional de equipo)	Sin Restricción	Medio (cantidad de copias)	Medio (depende del medio utilizado)	Alta (depende del medio utilizado)
Computadoras Personales	Escritorio o Portátiles	Fácil Uso (manejo convencional de equipo)	Sólo Disponible en el área de cómputo	Alto (cantidad de equipos)	Bajo (comparte recursos de cómputo)	Media (pueden ser eliminado por error)
Sitios Personalizados	ROAs en Internet	Capacitación Requerida (interfaz de ROAs)	Sólo Disponible mediante Internet	Bajo (no requerido)	Bajo/Nilso (absorbe el ROA público)	Depende del propietario del ROA
ROA propio	Servidor Local	Capacitación Requerida (interfaz del ROA)	Sólo Disponible en la red local o con Internet	Bajo (ya instalado el ROA)	Bajo (absorbe el servidor local)	Alta (utilizando estrategias de respaldos)

Tabla 3. Capacidades de los Tipos de Almacenamiento

Estrategias Para el Uso de OA	Distractores					
	Mal Desempeño del OA	Falla en el Servicio de Internet	Tiempo de la Actividad Insuficiente	Mal uso de Internet por los Alumnos	Actividad Fuera de Control	Alumnos Inactivos o escépticos
Probar la correcta funcionalidad del OA en equipos destino antes de usarlos con los alumnos	X		X		X	
Antes de usar el OA explique a sus alumnos el objetivo instruccional y pasos a seguir			X	X	X	X
Uso de OA interactivos que evalúen lo aprendido, o utilizar evaluaciones complementarias				X		X
Dedique un tiempo razonable para explicar como acceder a los OA (ROAs, CDs, Otros)	X		X	X	X	X
Utilice dispositivos de proyección para explicaciones grupales (Proyector, Pizarrón Elec.)			X		X	X
Grabe los OA en medios alternativos y compruebe su buen funcionamiento (CDs, DVDs, Lap-Top)	X	X	X		X	X

Tabla 4. Estrategias de Uso de OA

portátil, espacios personalizados en ROAs, o en algún ROA propietario. La Tabla 3 nos presenta las capacidades que cada uno de estos tipos de almacenamiento nos brindan. Estas capacidades permiten identificar el mejor tipo de almacenamiento en base a un contexto tecnológico, enfatizando que combinarlas permite un ambiente de distribución más versátil. Por ejemplo, almacenar OA en CDs y en espacios personalizados en ROAs permite asegurar su acceso al presentarse problemas de conectividad a Internet.

Para el uso de los OA es fundamental el distribuir los OA evitando al máximo los distractores. La Tabla 4 presenta estrategias para transferir la instrucción, considerando su impacto en los distractores tecnológicos y pedagógicos más comunes en alumnos.

EVALUACIÓN

Se presenta una extensión a una propuesta de evaluación de OA previo uso con los estudiantes. Ésta considera los criterios: *pertinencia y veracidad de contenidos, diseño estético y funcional, diseño instruccional y aseguramiento de competencias* (Ruiz, et al, 2007). Añadiendo las experiencias en el aula como un nuevo criterio de evaluación: *impacto en el estudiante*. La Tabla 5 presenta la rúbrica de evaluación de tres niveles.

La rúbrica de evaluación puede ser ajustada por el instructor. Nuevos elementos de evaluación pueden añadirse, así como la ponderación asignada a cada uno de los criterios puede variar. Por ejemplo, el asignar un peso mayor de 25% a los aspectos instruccionales y reducir levemente el criterio de diseño y estética es una opción viable.

RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN

Las pruebas de selección de OA realizadas hasta el momento reflejan un tiempo no mayor a 35 minutos. La selección se realizó en los ROAs proporcionados, encontrando más de un material útil durante la búsqueda. El tiempo invertido fue significativamente corto, comparado con el tiempo que lleva elaborar materiales con igual nivel de detalle. Cabe mencionar que aún cuando búsquedas directas en Internet pueden llevar a materiales digitales de utilidad, el utilizar ROAs nos garantiza fuentes confiables y que los repositorios que así lo indican nos permiten utilizar sus recursos legalmente.



CRITERIO	Elementos de Evaluación	15 Puntos	10 Puntos	5 Puntos
Pertinencia y veracidad de contenidos (25%)	Contenido	Explica claramente el propósito y el tema a tratar.	Propósito y tema claros, incluye contenido no afín.	El propósito y tema es algo impreciso o vago.
	Estructura	Contenido clave evidente, no existen distractores.	Fácil de localizar contenido clave, pocos distractores.	Fácil uso pero aparenta ser aburrido y con distractores.
	Interacción	Incluye ejercicios o dinámicas de interacción con el OA.	Incluye algunas actividades que refuerzan lo aprendido.	Solo incluye preguntas textuales sobre el contenido.
	Vigencia	La información es precisa, veraz, completa y actualizada.	La mayoría de la información es veraz, completa y al día.	Información es veraz, pero no esta completa ni al día.
Diseño estético y funcional (25%)	Estructura	Excelente navegación, uso de medios y descriptores.	Atractivo y de fácil uso, adecuado uso de medios.	Fácil uso pero aparenta ser aburrido y con distractores.
	Apariencia	Agradable tamaño de texto, uso de colores y consistencia.	Adecuado uso de texto y colores, pero inconsistentes.	Inapropiado uso de texto y colores, e inconsistencia.
	Eficiencia	Rapidez en el despliegue de los contenidos e interacción.	Aceptable despliegue de los contenidos e interacción.	Lentitud en el despliegue de los contenidos e interacción.
	Compatibilidad	Funciona similar en Macs, PCs, y distintos navegadores.	Diferencia menor entre Macs, PCs y navegadores.	Funciona en un ambiente y navegador específico
Diseño instruccional y aseguramiento de competencias (25%)	Claridad	Claro uso de instrucciones e indicaciones efectivas.	Instrucciones e indicaciones requieren explicación extra.	Falta de instrucciones e indicaciones claras.
	Objetivo Instruccional	Habilidades y capacidades a desarrollar requeridas.	Considera la mayoría de las habilidades y capacidades.	Considera algunas de las habilidades y capacidades.
	Precisión	Contenido acorde al nivel y contexto educativo propio.	Requiere ajustes al nivel y contexto educativo propio.	Cierto contenido no aplica al nivel y contexto propio.
	Interacción	Se fomenta el trabajo individual y colaborativo.	El OA está dirigido solo a trabajo individual o grupal.	El OA contiene solo actividades individuales.
Impacto en el estudiante (25%)	Motivación	Estudiantes se involucraron y entusiasmaron con su uso.	Estudiante consideraron el OA como un complemento.	Estudiante se mostraron indiferentes al usar el OA.
	Participación	Fomento la participación y preguntas sobre el contenido.	Realizaron actividades del OA y surgieron preguntas.	Actividades incompletas y pocas o ninguna pregunta.
	Usabilidad	El manejo del OA no afectó el objetivo del aprendizaje.	Algunas distracciones al usar menús y seguir indicaciones.	Usar menús e indicaciones interrumpían el aprendizaje.
	Efectividad	Al terminar la instrucción la totalidad de los estudiantes mostraron dominio del tema.	Al terminar la instrucción la mayoría de los estudiantes mostraron dominio del tema.	Menos del 50% de los estudiantes dominaron el tema al fin de la instrucción.

Tabla 5. Rúbrica de Evaluación de OA

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, L.W. & KRATHWOHL, D.R.; (2001) "A taxonomy for Learning, teaching, & assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives"; Addison W. L.
- BECK, Robert J., (2007) "What Are Learning Objects?"; Learning Objects, Center for International Education, University of Wisconsin-Milwaukee; Last updated Jan.
- Comunidad Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje (LACLO), (2009); http://www.laclo.org/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1&lang=en
- NEVEN, Filip; DUVAL, Erik; (2002) "Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories"; 10th ACM international conference on Multimedia; December 2002.
- PROYECTO AGREGA, (2009) Consultado el 13 de Febrero del 2009 en http://contenidos.proyectoagrega.es/visualizar/es/es_20071217_3_0100600/false.
- RUIZ G., Roberto E.; MUÑOZ A., Jaime; ÁLVAREZ R.; (2007) "Evaluación de Objetos de Aprendizaje a través de Aseguramiento de Competencias Educativas"; Virtual Educa.
- SINGH, Vivek K.; (2003) "Does Multimedia really improve learning effectiveness?"; Asia Pacific Conference on Education Re-envisioning Education; Singapore, June 2003.
- WILEY, David A.; (2001) "Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A definition, A Metaphor, and A Taxonomy"; The Instructional Use of Learning Objects.

TELECONTROL DE UN CULTIVO HIDROPÓNICO DESARROLLADO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TIJUANA

M.C. César Ortega Corral
Profesor-investigador adscrito a la
Universidad Tecnológica de Tijuana
Cesarortega@gmail.com
Cesar.ortega@uttijuana.edu.mx



*Conjunto de técnicas
donde se crece
vegetación en ausencia
de tierra y al que se le
conoce como hidroponía;
de las raíces griegas
“hidro” que significa agua
y “ponos” que se traduce
en la palabra trabajo*

INTRODUCCIÓN

Con la llegada de la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII, se presentó con mayor énfasis el fenómeno de migración desde el campo hacia las ciudades, buscando mejores condiciones de vida y de sustento. De tal manera que en la actualidad, en varios lugares del mundo, muchos campos de cultivo están abandonados debido a la migración de campesinos a las ciudades, así como por falta de agua o porque algunas tierras de cultivo han ido perdiendo la fertilidad por su sobreexplotación. Ahora se prevé, y se vive en cierta medida, una crisis internacional de desabasto de comestibles. Sabiendo que paulatinamente se agravarían problemas de la naturaleza mencionada, desde el siglo XIX se han buscado técnicas alternativas para realizar los cultivos, de tal modo que se desarrollaron un conjunto de técnicas donde se crece vegetación en ausencia de tierra y al que se le conoce como hidroponía (de las raíces griegas “hidro” que significa agua y “ponos” que se traduce en la palabra trabajo). Las técnicas de la hidroponía o de cultivos hidropónicos no se han limitado en un sólo método o forma de crecer vegetación, en la actualidad hay muchas maneras de realizar esta actividad pero tienen en común que los nutrientes se distribuyen en el agua antes del riego, independientemente del tipo de medio de cultivo, de la forma de crecer la vegetación o de irrigar al cultivo. Las técnicas hidropónicas pueden ser rudimentarias o muy sofisticadas, dependiendo de la tecnología implementada dados los objetivos que se persigan. Así por ejemplo, un cultivo hidropónico sencillo busca una implementación con costos iniciales bajos, con la desventaja que requiere supervisión constante de sus procesos. En cambio, en un sistema hidropónico que se implementa tecnología de punta, se busca aminorar el trabajo del operador, a expensas de un costo inicial que puede ser considerable, pero con las ventajas de que a la larga se pueden optimizar los recursos humanos y materiales, con el potencial de poder lograr una producción de mayor volumen y calidad mejorada.

Por lo anterior, en la Universidad Tecnológica de Tijuana (UTT), se ha hecho un esfuerzo por realizar proyectos de desarrollo tecnológico con pertinencia regional. En este contexto, un grupo de profesores-investigadores que conforman al Cuerpo Académico de Redes y Telecomunicaciones emprendieron la planeación y ejecución de un sistema de cultivo hidropónico empleando tecnología de punta para automatizar sus procesos y que permita su monitoreo a distancia de manera inalámbrica y vía web.

COMPONENTES DE UN CULTIVO HIDROPÓNICO Y LOS NUTRIENTES DISUELTOS

En esencia, un sistema de cultivo hidropónico requiere de, por lo menos, tres componentes: (1) El medio de cultivo, que debe carecer de nutrientes y que sólo se usa para que las raíces de la vegetación se sujeten y absorban el agua con nutrientes; (2) un tanque o recipiente contenedor de agua donde se disuelven los nutrientes antes del riego; y (3) un sistema de riego (bomba y tuberías), que transporte el agua con nutrientes disueltos hacia el medio de cultivo.

El tipo de nutrientes que requieren las especies vegetales mayormente son elementos tales como: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), llamados macro-elementos; también, en menor medida, se requiere de micro-elementos, como son: calcio (Ca) y magnesio (Mg). Comercialmente se obtienen concentraciones definidas de dichos nutrientes en suspensión, en forma de jarabe, ya premezclados para usarse directamente. La distribución de dichos nutrientes en agua se mide en partes por millón (ppm) de sólidos disueltos. Esta concentración de nutrientes en ppm puede determinarse por volumen, usando tasas de medir para agregar la concentración de nutrientes en el agua. También, de manera más precisa, se pueden medir las ppm con instrumentación electrónica.

Los nutrientes se distribuyen en el agua almacenada antes del riego. Esto produce una reacción que los libera en el agua en forma de iones, electropositivos o electronegativos, provocando cambios del pH del agua de riego, de tal suerte que la solución nutriente se vuelve más ácida (cuando el pH baja) o más alcalina (cuando el pH aumenta). Si dicho pH se encuentra muy por debajo o muy por encima de los niveles de tolerancia de las raíces vegetales entonces se producen daños irreparables al cultivo en cuestión, lo cual debe evitarse.

Por lo anterior, un cultivo hidropónico exitoso requiere de un monitoreo y ajuste periódico de las ppm de sólidos distribuidos en agua y del pH resultante. Las variaciones del pH también pueden ocurrir con cambios de temperatura y con la absorción paulatina de los nutrientes por las raíces de la vegetación. Cabe mencionar que la determinación del pH puede hacerse con métodos rudimentarios, como el uso de papel tornasol (lo que no es exacto), o empleando formas más sofisticadas de medición, como lo es usando instrumentación electrónica apropiada con algún sensor adecuado (elevando el costo de operación del sistema).

AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS HIDROPÓNICOS

El proyecto desarrollado en la Universidad Tecnológica de Tijuana aborda el problema de la preparación automática de la solución nutriente, su monitoreo y su subsecuente distribución por el medio de cultivo. Para lo cual se establece un radio-enlace que cumple con el estándar IEEE 802.15.4/Zigbee™ que sirve para comunicar dos sistemas digitales en configuración anfitrión-destino. El objetivo es entonces monitorear a distancia los procesos requeridos por un cultivo hidropónico automatizado donde crece tomate (*Lycopersicon esculentum*). La vegetación se desarrolla en ausencia de tierra, por lo que los nutrientes, en forma de sales en

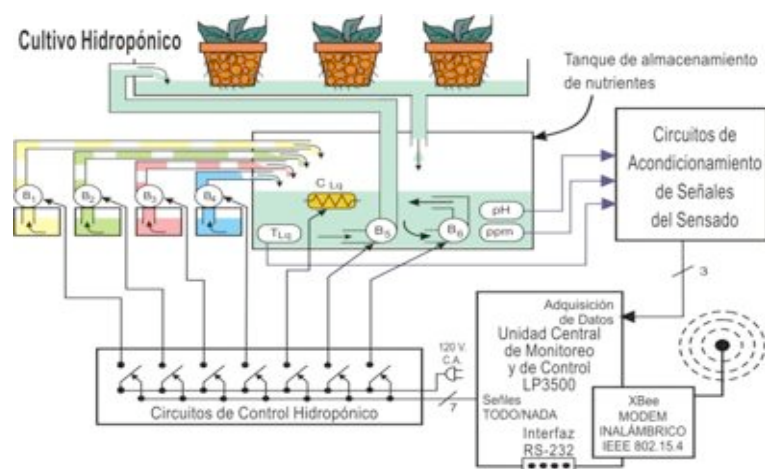


Figura 1. Dentro de un invernadero se localiza el cultivo hidropónico y el sistema destino encargado del monitoreo y automatización de sus procesos.



Figura 2. Comunicación inalámbrica anfitrión destino aplicado al sistema hidropónico.

suspensión, se distribuyen *a priori* en el agua destinada a irrigar al cultivo. Los parámetros involucrados son: (1) partes por millón (ppm) de sólidos disueltos, (2) temperatura y (3) el pH (acidez o alcalinidad) de la solución nutriente. El sistema digital destino, (figura 1), se encarga de realizar la adquisición y digitalización de señales acondicionadas que provienen de sensores sumergidos en el agua almacenada en un tanque próximo al cultivo. Si los valores medidos están fuera de los rangos aceptables, el destino señala bombas de goteo de reactivos para modificar los parámetros hidropónicos hasta que sus valores sean adecuados, y sólo entonces acciona el riego de manera intermitente. Por otro lado, el sistema digital anfitrión se ubica fuera del sitio de cultivo, cuenta con conexión a la red de datos y un servidor web abordo. Aprovechando tales recursos, el anfitrión se encarga de solicitar los datos del destino de manera inalámbrica y presentar las condiciones actuales en una página web guardada en su memoria, y que se publica por su servidor a través de una conexión con el internet, tal como se muestra en la figura 2.

El cultivo hidropónico se ubica en un invernadero localizado a 120 metros del edificio donde se encuentra el anfitrión con conexión a la red local. Se emplean dos módulos inalámbricos que tienen un alcance de hasta 1.5 km al aire libre. Cuando el operador hace una solicitud de datos del anfitrión, empleando una PC con una conexión adecuada, éste gestiona la comunicación con el destino remoto, dedicado al monitoreo y automatización de los

procesos hidropónicos. Cuando el destino interpreta y reconoce la solicitud de transferencia de datos, éste realiza su envío al anfitrión. El proceso culmina cuando el anfitrión responde a la solicitud inicial del usuario, presentando los datos adquiridos del monitoreo en la interfaz visual del operador. Una sencilla página web que muestra los niveles monitoreados del cultivo hidropónico se muestra en la figura 3.

Otra interfaz visual más completa también está disponible para el operador, donde se presentan las condiciones actuales del monitoreo y control del cultivo hidropónico con caracteres, como se muestra en la figura 4.

En la consola, el operador puede visualizar las contramedidas que toma el sistema automático para ajustar los niveles de parámetros hidropónicos. Por ejemplo, para subir el pH se suministra hidróxido de potasio, y para bajarlo se aplica ácido nítrico, que al accionarse las bombas de suministro aparecería en dicha consola la activación pertinente. En la figura 5, se muestra el sistema hidropónico prototipo antes de ser automatizado, donde apenas crecían algunos germinados. Y la figura 6 presenta el sistema completamente automatizado, donde se incluyen los recipientes de reactivos, bombas de suministro, circuitos de monitoreo y de control de los procesos. Dicho prototipo fue implementado dentro de un invernadero localizado en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Tijuana.



Figura 4. Consola de monitoreo hidropónico sólo para la vista del operador a distancia.

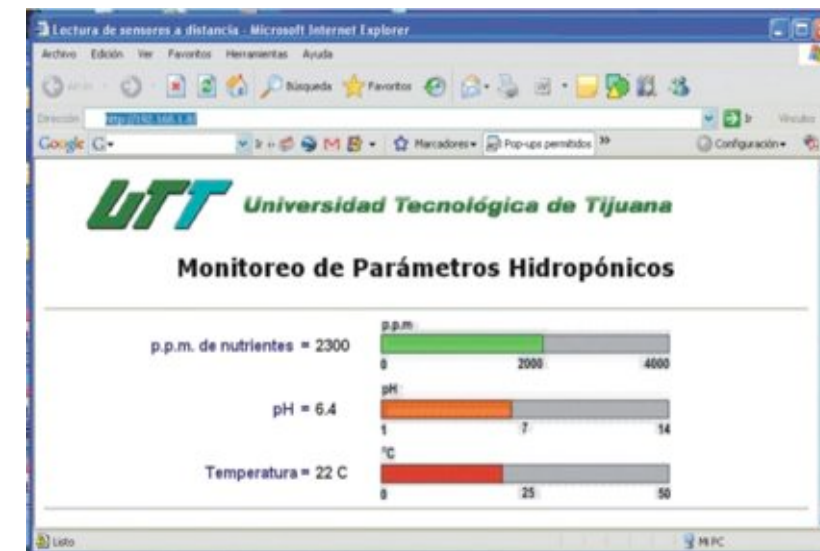


Figura 3. La página web de monitoreo permite visualizar los niveles medidos en forma de barras de color.



Figura 5. Sistema hidropónico sin automatizar a una semana de haber germinado las semillas.



Figura 6. Sistema hidropónico automatizado desarrollado por catedráticos de la UTT.

RESULTADOS DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL CULTIVO HIDROPÓNICO

El desarrollo del sistema automatizado se proyectó en cuatro fases, aquí se presentaron las primeras dos. Se logró obtener flor en cinco semanas de crecimiento y el fruto apareció en la séptima semana, tal como se observa en la figura 7. Los tallos de la vegetación hidropónica resultaron muy resistentes, lo que generó un alto grado de confianza en que la alimentación fue apropiada, o hasta óptima. Se contaron en promedio 30 flores de tomate por planta, lo que significa un alto rendimiento en la producción de fruto.

Con respecto al enlace inalámbrico, se hicieron varias pruebas que demostraron que la comunicación fue estable y que los datos, al ser solicitados, fueron transmitidos oportunamente. La demora en la respuesta en la red interna fue despreciable,



Figura 7. Se obtuvieron de 20 a 30 flores de tomate por cada planta cultivada hidropónicamente en menos de ocho semanas.

pero en un ambiente real de conexión al Internet, o red a la externa, la latencia depende del ancho de banda con que se conecta al servicio de Internet particular, así como de la ruta que tomarán los datos, y el ancho de banda de la computadora destino desde donde se solicitarán los datos para el subsecuente despliegue en pantalla y monitoreo.

En la siguiente fase del desarrollo tecnológico se depuraron los programas, tanto en el destino como en el anfitrión, y se precisaron ciertos valores para mejorar el desempeño y ahorrar electricidad, en limitar los tiempos de activación y desactivación tanto de la bomba de riego como de distribución de nutrientes en el tanque de almacenamiento.

COMENTARIOS FINALES

En los últimos 30 años la hidroponía ha avanzado vertiginosamente, ahora existen muchas compañías que fabrican y venden sistemas hidropónicos completos, pero sin automatizar; por lo que los operadores deben mezclar los nutrientes y hacer ajustes de forma manual. Aún así, en muchos invernaderos comerciales ya se implementaron con éxito estos tipos de cultivo.

Las razones son varias, tales como: el aprovechamiento de más del 85% del agua que se usa, la vegetación crece más rápido en espacios reducidos y con un alto contenido nutricional.

En México existen asociaciones orientadas en impulsar y promover el desarrollo de cultivos hidropónicos en diferentes sentidos, desde una perspectiva de investigación y desarrollo hasta en un contexto de aplicación de estas técnicas en comunidades marginadas con medios rudimentarios. Internacionalmente hay varios países que llevan la delantera en la implementación de cultivos hidropónicos exitosos, como los son Estados Unidos, Canadá, Australia y Japón, entre otros.

Prototipo implementado dentro de un invernadero en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Tijuana.

Por otro lado, tal es el interés por el potencial de este tipo de cultivos que hay planes de incorporar sistemas hidropónicos en la estación orbital internacional para producir oxígeno y comestibles, buscando que se recicle el aire que respira la tripulación y a la vez que se puedan producir frutos frescos en gravedad cero.



Figura 8. Inicialmente los operadores necesitaban supervisar constantemente el desarrollo del cultivo hidropónico, pero una vez implementada la automatización dicho monitoreo se hizo a distancia y con menor intervención

BIBLIOGRAFÍA

- Ortega Corral, C. y López Montoya, J.E. (2008). Sistema automático de riego hidropónico. Memorias del Congreso Internacional ELECTRO 2008. Chihuahua, México. P. 292-296.
- Ortega Corral, C. (1997). Sistema de monitoreo y control de un invernadero hidropónico. Universidad Iberoamericana Campus Noroeste. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones.
- Carruthers, S. (1993). Hydroponic gardening. Ed. Lothian Australian. Victoria, Australia.
- Resh, H. M. (1994). Hydroponic tomatoes. Ed. Woodridge. Santa Barbara, Ca. U.S.A.
- Omega Engineering Inc. (1996). The pH and conductivity handbook. Stanford, Ct. U.S.A.

HACIA UNA CULTURA DE INNOVACIÓN REGIONAL EN BAJA CALIFORNIA

Jorge Antonio Sánchez Gómez
Comisión de Innovación
CANIETI-Baja California
jorge.vivete@gmail.com



ANTECEDENTES

Para entender el tejido social de nuestras sociedades contemporáneas y la dinámica que dé lugar a la creación de una Cultura de Innovación, es necesario recordar las tres formas de generar y acumular riqueza que el mundo ha conocido, los Sistemas de Riqueza (1) que han definido los grandes hitos y dramáticos cambios en nuestras sociedades desde la prehistoria hasta nuestros días.

El primer sistema se basa en la explotación, apropiación y acumulación de la tierra de la **Sociedad Agrícola**; el segundo agrega el dominio de la fuerza mecánica, la migración hacia las ciudades y la masificación de la producción en la fábrica, creando la **Sociedad Industrial**; el tercero se genera con la explosión de las TICs (Tecnologías de Información y Comunicaciones) y el advenimiento del Internet, dando lugar a la **Sociedad del Conocimiento**.

LA SOCIEDAD AGRÍCOLA

El primer sistema de riqueza resulta de la observación de la naturaleza y de sus ciclos. La tecnología del arado, la siembra, la cosecha, el granero, el molino y el comercio, marcan la transformación de los grupos nómadas, en continua búsqueda de recursos de supervivencia, hacia comunidades capaces de producir más satisfactores que los necesarios para la subsistencia. La innovación en el agro crea el primer gran sistema de generación de riqueza y con él se establecen nuevas estructuras sociales: soberanos, guerreros, sacerdotes, capataces, cobradores de impuestos y peones; roles y valores que definen a una Sociedad Agraria y sus mecanismos para aplicar tecnologías, controlar la riqueza y expandirse gradual e inexorablemente por todo el globo. La gran división del trabajo trajo consigo el comercio mediante el trueque y la compra venta, sin embargo, el hambre y la extrema pobreza en forma recurrente eran la norma a mediados del siglo XVI, y lamentablemente en el siglo XXI todavía hay regiones del mundo en las que muchos seres humanos viven en condición de hambre y extrema pobreza, como sus ancestros de hace varios siglos.

LA SOCIEDAD INDUSTRIAL

El segundo sistema de crear riqueza toma forma como resultado de cambios en la percepción del mundo por intelectuales, filósofos, científicos, radicales, políticos y emprendedores, que transformaron el mundo con la revolución industrial y sus innovaciones. Las máquinas y la línea de ensamble multiplican la fuerza bruta y hacen posible la masificación de la producción, así como de la educación y de los medios de comunicación que aceleran la diseminación de la cultura industrial del siglo XIX. La Revolución Industrial trae consigo un choque con las estructuras ya decadentes de la Sociedad Agraria y sus élites, así como la migración y crecimiento de la población en las ciudades, contaminación del ambiente, colonialismo, guerra y mucha miseria. A pesar de todo esto, la Sociedad Industrial genera una gran cantidad de riqueza que supera con mucho a la de la Sociedad Agraria y que impacta a todo el planeta, en formas que van del capitalismo anglo-americano al comunismo chino-soviético con manifestaciones de un mejor nivel de vida en amplios sectores de la población.

LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

La tercera forma de crear riqueza cuestiona los principios de la Sociedad Industrial e introduce el Conocimiento como un factor de alto valor agregado que cambia la relación de los factores tradicionales de la producción industrial de bienes tangibles -tierra, trabajo y capital. Mientras que la sociedad industrial requiere de grandes estructuras verticales, la Sociedad del Conocimiento tiende a aplanar las organizaciones, a reducir las estructuras, a abaratar y personalizar los productos de consumo por la facilidad para dotar de mayor inteligencia y flexibilidad automatizada a las cadenas productivas, convirtiendo a la manufactura en una actividad de bajo valor agregado.

En contraste, las funciones que producen bienes intangibles como planeación, investigación, diseño, mercadotecnia, administración, publicidad, distribución y servicio al cliente se vuelven más complejas, demandan más habilidades personales y con frecuencia agregan más valor y utilidades a la organización que el trabajo físico de hombres y máquinas, generando profundos cambios en las relaciones entre sectores de la sociedad y la economía. En la Sociedad del Conocimiento, el Internet y las TICs detonan la colaboración



multidisciplinaria y la producción exponencial de conocimientos, creando condiciones para que una idea pueda dar la vuelta al mundo en cuestión de horas, y que a través de una miríada de redes sociales se pueda motivar y despertar a un electorado tradicionalmente apático y convertirlo en el elector de un Presidente en el 2008.

A cambio de esta democratización del conocimiento, se plantean asimetrías, brechas y arritmias que inhiben un desarrollo armónico y que limitan el compartir esta nueva riqueza y sus beneficios potenciales por la dificultad de sincronizar los diferentes tiempos en que operan las organizaciones que conforman la triple hélice.

EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

El Gobierno de México, a través de CONACYT y con apoyo de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), que representa a 30 de los países "desarrollados" con una población de más de 1,200 millones de habitantes, ha obtenido un diagnóstico de las condiciones del país en cuanto a innovación (2), así mismo, encargó a la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico A.C. (ADIAT) la evaluación de las políticas de investigación, desarrollo e innovación del sexenio 2001-2006 (3) que se refleja en la elaboración del Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) para el sexenio 2007-2012. Con base en estos análisis y recomendaciones, México ha realizado cambios profundos en el Sistema Nacional de

Innovación al amparo de la Ley de Ciencia y Tecnología vigente, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 21-08-2006, la cual prescribe en sus artículos iniciales:

Artículo 1

IV. Establecer las instancias y los mecanismos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, así como de vinculación y participación de la comunidad científica y académica de las instituciones de educación superior, de los sectores público, social y privado para la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología, así como para la formación de profesionales de la ciencia y la tecnología

Artículo 2

II. Promover el desarrollo y la vinculación de la ciencia básica y la innovación tecnológica asociadas a la actualización y mejoramiento de la calidad de la educación y la expansión de las fronteras del conocimiento, así como convertir a la ciencia y la tecnología en un elemento fundamental de la cultura general de la sociedad.

En respuesta a las recomendaciones de OCDE y de ADIAT, se han ampliado los montos presupuestales de tres fondos de apoyo a la innovación (4), (INNOVAPYME, PROINNOVA, INNOVATEC), se ha comprometido la reducción de los tiempos de aprobación y de disposición de recursos financieros, y se favorece la formación de consorcios y proyectos colaborativos multi-institucionales de empresas, Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros Públicos de Investigación (CPIs), ampliando el número de rubros aprobados y otorgando mayores porcentajes en la aportación del fondo con respecto al monto total del proyecto apoyado.

En otra acción significativa y trascendental hacia la creación de una cultura de innovación, se desarrolla la Norma Mexicana NMX-GT-001-IMNC-2007 terminología del Sistema de Gestión Tecnológica y el Proyecto PROY-NMX-GT-002-IMNC-2007 Requisitos de Proyectos Tecnológicos del Sistema de Gestión Tecnológica.

DESARROLLO DE UNA CULTURA REGIONAL DE INNOVACIÓN.

El desarrollo que aquí se plantea, parte del establecimiento de lineamientos que orienten las acciones de todos los jugadores **hacia una cultura de innovación** de manera sistemática, dinámica y sustentable; estos lineamientos están inspirados en los trabajos desarrollados por la Asociación de Gobernadores de la Unión Americana (4) con adaptaciones para reflejar las condiciones del Estado de Baja California y la región fronteriza del sur de California.

1. Tratar el fondeo de Investigación Desarrollo Tecnológico e Innovación (IDTI) como una Inversión y no como un gasto.

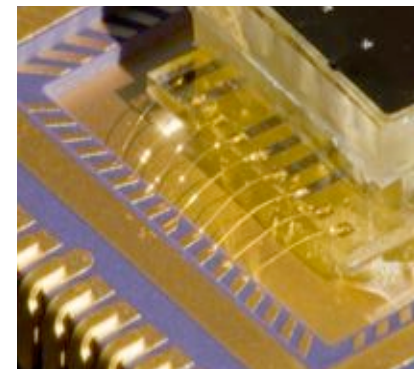
Invertir generosamente en el talento local y el desarrollo tecnológico endógeno, apoyado por una profunda investigación del estado del arte a nivel global y una propuesta clara de colaboración multi-institucional, mecanismos de distribución de beneficios y absorción de los resultados por la sociedad.

2. Apostar a las nuevas vocaciones para atender a las necesidades regionales.

El Estado de Baja California y la región fronteriza tienen fortalezas que apoyar y necesidades que resolver, es necesario confirmar su vigencia y hacer el fondeo de su innovación y desarrollo tecnológico. Se requieren esfuerzos concentrados en las vocaciones, capacidades y oportunidades únicas de la región donde los resultados y retornos esperados sean congruentes con los riesgos tomados.

3. Invertir en el fomento a la colaboración.

Crear políticas públicas y reglamentaciones institucionales flexibles para que funcionarios, académicos y empresarios colaboren por selección competitiva de sus respectivas organizaciones en proyectos emblemáticos de IDTI del estado.



BIBLIOGRAFÍA

Alvin Toffler y Heidi Toffler. 2006

Revolutionary Wealth. Publicado por Alfred A. Knopf New York.

OECD 2008. *Review of Innovation Policy. Mexico Overall Assessment and recommendations.*

Publicado por OECD en 2008

Dr. Luis Sanz Menéndez. 2008 *(El Dr. Sanz*

encabeza a un panel de expertos internacionales). Evaluación de la política de investigación, desarrollo e innovación de México (2001- 2006), parte I del Estudio comparativo de los sistemas de innovación de México y España. Publicado por ADIAT para CONACYT. Primera edición enero 2008.

Gov. Janet Napolitano/ Gov. Tim Pawlenti Co-Chairs Innovation America Taskforce. Investing in Innovation. Publicado por National Governors Association (NGA) Center for Best Practices y Pew Center on the States, bajo la iniciativa de NGA 2006-2007 Innovation America.

CONACYT. 2009. *Programa de Estímulos para la Innovación. Convocatoria C003-2009- Guía de Usuario, Versión 1 26 enero 2009.*

4. Enlistar a los expertos.

Asegurar la participación de los expertos locales, nacionales e internacionales que provean el mejor consejo frente a la enorme cantidad de decisiones que habrán de tomarse en el proceso. De esta manera se asegura la pertinencia de las iniciativas y los proyectos de IDTI así como su relevancia en el futuro.

5. Ser consistente en el compromiso con el cambio.

Crear las condiciones para asegurar la continuidad a largo plazo de las políticas y el fondeo de la IDTI de manera transparente, flexible y con sentido de responsabilidad para apoyar los proyectos tecnológicos que logran resultados y cumplen las metas.

Se trata de no caer en la trampa de apoyar proyectos motivados políticamente, de apoyar proyectos con resultados mediocres, o de financiar investigaciones irrelevantes y pulverizar la aplicación de fondos en proyectos que no tienen una masa crítica o los niveles de adopción e impactos económicos para ser exitosos.

6. Medir resultados de la IDTI.

Establecer las bases para la medición de resultados de la IDTI, así como de los indicadores de avance en la aplicación de las actividades, eventos y proyectos de innovación del Estado, partiendo de un mapeo de los insumos, procesos de innovación y productos tecnológicos de las condiciones iniciales y su desarrollo en el tiempo.

Se propone adoptar como indicadores de avance:

- ⊙ El número de invenciones con potencial comercial anunciadas al público (invention disclosures)
- ⊙ El número de patentes registradas.
- ⊙ El número de empresas de base tecnológica creadas
- ⊙ El número de opciones de licencias firmadas

CONCLUSIÓN

En una Cultura de Innovación participan todos los sectores de la sociedad, conformando emblemáticamente una triple hélice con los Sectores Público, Privado y Académico, sin embargo, hay otros actores que fungen como conectores, catalizadores, articuladores y en ocasiones generadores de iniciativas que expresan propuestas para resolver problemas o satisfacer necesidades concretas de los sectores económicos que representan.

El diagnóstico de las necesidades y carencias en amplios sectores de nuestra sociedad, la brecha digital y la brecha del conocimiento por una parte y las capacidades y vocaciones de la región por la otra, deben ser motivo de imaginación y base de la planeación tecnológica estratégica de estudiosos, emprendedores y funcionarios responsables de las políticas públicas para estimular la IDTI en la búsqueda de soluciones sustentables a problemas de salud, seguridad, privacidad, pobreza extrema, y educación, así como de la provisión de recursos escasos como el agua, los alimentos y los energéticos.

Los beneficios de esta Cultura de Innovación pueden estar a nuestro alcance mediante la construcción de un modelo regional basado en los lineamientos propuestos; una Cultura cuya estructura tiene sus cimientos en la comprensión profunda de los procesos de innovación y cuya permanencia sólo puede ser establecida mediante los intentos repetidos, la acumulación de experiencias exitosas y la medición sistemática de los impactos y beneficios de la creación de capital intelectual y riqueza basada en la generación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico.