

# Biotecnología en MOVIMIENTOS

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM

## Compromiso por desarrollar la Biotecnología en México

Del odio al amor, una historia sobre el estrés oxidativo

Para replicarse, los astrovirus necesitan moléculas de la célula que invaden

La transición de México hacia una economía basada en el conocimiento: Retos y oportunidades para la UNAM

Unidad de Escalamiento y Planta Piloto

¡Sin querer queriendo... en México con un virus!



Disponible en: [www.ibt.unam.mx](http://www.ibt.unam.mx)

Bienvenidos a la nueva era de la Ingeniería Genética

El IBt abrió nuevamente sus puertas en el 2016

¿Somos más bacteria que humano?



Instituto de Biotecnología

## DIRECTORIO

### UNAM

#### RECTOR

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers

#### SECRETARIO GENERAL

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

#### SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez

#### SECRETARIO DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa

#### SECRETARIO DE ATENCIÓN

A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA

Dr. César I. Astudillo Reyes

#### ABOGADA GENERAL

Dra. Mónica González Contró

#### COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Dr. William Henry Lee Alardín

#### DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL

Lic. Néstor Martínez Cristo

### IBt

#### DIRECTOR

Dr. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich

#### SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Enrique Rudiño Piñera

#### SECRETARIO DE VINCULACIÓN

Dr. Enrique Galindo Fentanes

#### SECRETARIO ADMINISTRATIVO

C.P. Francisco Arcos Millán

#### COORDINADOR DE INFRAESTRUCTURA

Dr. Gerardo Corzo Burguete

### JEFES DE DEPARTAMENTO

#### BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS

Dra. Patricia León Mejía

#### GENÉTICA DEL DESARROLLO Y FISIOLÓGIA MOLECULAR

Dr. Alberto Darszon Israel

#### INGENIERÍA CELULAR Y BIOCÁTALISIS

Dra. Gloria Saab Rincón

#### MEDICINA MOLECULAR Y BIOPROCESOS

Dra. Leonor Pérez Martínez

#### MICROBIOLOGÍA MOLECULAR

Dra. Guadalupe Espín Ocampo

#### EDITOR

Dr. Enrique Galindo Fentanes

galindo@ibt.unam.mx

#### EDITORA EJECUTIVA

Dra. Georgina Ponce Romero

geop@ibt.unam.mx

### COMITÉ EDITORIAL

Dra. Claudia Martínez Anaya

Dra. Martha Pedraza Escalona

Dr. Fernando Lledías Martínez

Dr. José Luis Reyes Taboada

Dr. Enrique Reynaud Garza

Dr. Adán Guerrero Cárdenas

Dr. Carlos Peña Malacara

Dr. Edmundo Calva

M.C. Blanca Ramos Cerillo

Biotecnología en Movimiento, año 2016, No. 5, publicación trimestral, editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México, C.U. Delegación Coyoacán C.P. 04510, a través del Instituto de Biotecnología, Av. Universidad 2001, Col. Chamilpa, C.P. 62210, Cuernavaca, Mor., Tel. 3291771. Correo electrónico biotecmov@ibt.unam.mx. Editores responsables Enrique Galindo y Georgina Ponce. Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2015-060211444700-102 ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Impresa en Grafimor, Av. Castillo de Chapultepec Nte. Lote 20 Col. Cd. Chapultepec. C.P. 62398 Cuernavaca, Mor., este número se terminó de imprimir el día 10 de junio del 2016, con un tiraje de 1000 ejemplares, impresión offset, papel couché mate 135 grs. Distribuida por el IBt-UNAM

### FOTÓGRAFO

Sergio Trujillo Jiménez

### ILUSTRACIÓN Y DISEÑO EDITORIAL

letrasDG.com  
letras@letrasdg.com  
☎ (777) 322 57 82

NÚMERO 5

ABRIL-MAYO-JUNIO DE 2016

# Biotecnología en MOVIMIENTO

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM

## Presentación del Comité Editorial



### GENERANDO CONOCIMIENTO EN EL IBt

Del odio al amor, una historia sobre el estrés oxidativo

3



### RECONOCIMIENTOS A LOS

### MIEMBROS DE NUESTRA COMUNIDAD

Entrevista al Dr. Francisco Gonzalo Bolívar Zapata

6



### PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE NUESTROS ESTUDIANTES

Para replicarse, los astrovirus necesitan moléculas de la célula que invaden

9



### PROPIEDAD INTELECTUAL, TECNOLOGÍA Y EMPRESA

La transición de México hacia una economía basada en el conocimiento: Retos y oportunidades para la UNAM

12



### UNIDADES Y LABORATORIOS QUE

### APOYAN A LA INVESTIGACIÓN Y A LA INDUSTRIA

Unidad de Escalamiento y Planta Piloto

17



### EN LA VOZ DE NUESTROS EX-ALUMNOS

¡Sin querer queriendo...en México con virus!

19



### CIENCIA Y CULTURA

Bienvenidos a la nueva era de la Ingeniería Genética

22



### HISTORIAS DE NUESTRA COMUNIDAD

El IBt abrió nuevamente sus puertas en el 2016

28



### VIAJES BIOTECNOLÓGICOS

¿Somos más bacteria que humano?

30





## PRESENTACIÓN

Los recursos naturales de México son evidentes: grandes montañas, amplios litorales, megadiversidad de especies, entre muchos otros. Pero existe otro tipo de recurso, aún más importante, que no se ha desarrollado a plenitud: el recurso humano, del que se derivan las economías basadas en el conocimiento y que tiene gran relación con el bienestar de las sociedades.

Justamente la riqueza basada en el conocimiento la experimentó de primera mano el Dr. Francisco Bolívar Zapata a principios de los años 70 en los que comenzaba la revolución de la manipulación del ADN. En aquella época, el ahora Investigador Emérito, junto con colegas de la Universidad de California en San Francisco, llevaron a cabo experimentos pioneros para producir proteínas humanas en bacterias –cosa que en aquel entonces nadie hubiera siquiera podido imaginar– abriendo brecha a la era de la ingeniería genética, lo que permitió más tarde la creación de *Genentech*, la primera multimillonaria compañía biotecnológica en el mundo. Este número presenta una entrevista al Dr. Bolívar y se comenta sobre la nueva revolución de la ingeniería genética que representa la tecnología CRISPR-Cas9.

Transitar de una economía de maquila a una basada en el conocimiento es un gran reto para México, y en este número el Dr. Antonio Juárez, del Instituto de Ciencias Físicas del Campus Morelos de la UNAM, expone el problema y sugiere soluciones. Las sociedades científicamente informadas no solamente pueden desarrollar una mejor visión sobre los problemas que las aquejan y proponer soluciones innovadoras para resolverlos, sino que son también menos susceptibles a supersticiones y están más capacitadas para discernir lo valioso del mar de información que inunda los medios. Estas sociedades saben que en la actualidad vivimos rodeados de productos derivados de la tecnología que es el resultado de investigaciones que posiblemente durante sus inicios no buscaban una aplicación inmediata.

En este número se incluyen artículos que dan cuenta de que los antioxidantes no son sustancias que mágicamente alargan nuestra existencia, sino que por el contrario cierta oxidación controlada en el organismo es normal y hasta deseable; y sobre la importancia del estudio de los mecanismos de invasión de los virus, así como aquellos de defensa que establece el organismo, para entonces demandar políticas de salud que propongan estrategias de prevención y control efectivas. Otro artículo revisa si somos, como se ha dicho, más bacteria que humano y otro más describe la infraestructura del IBt en donde podemos producir microorganismos (y sus productos) a escala piloto.

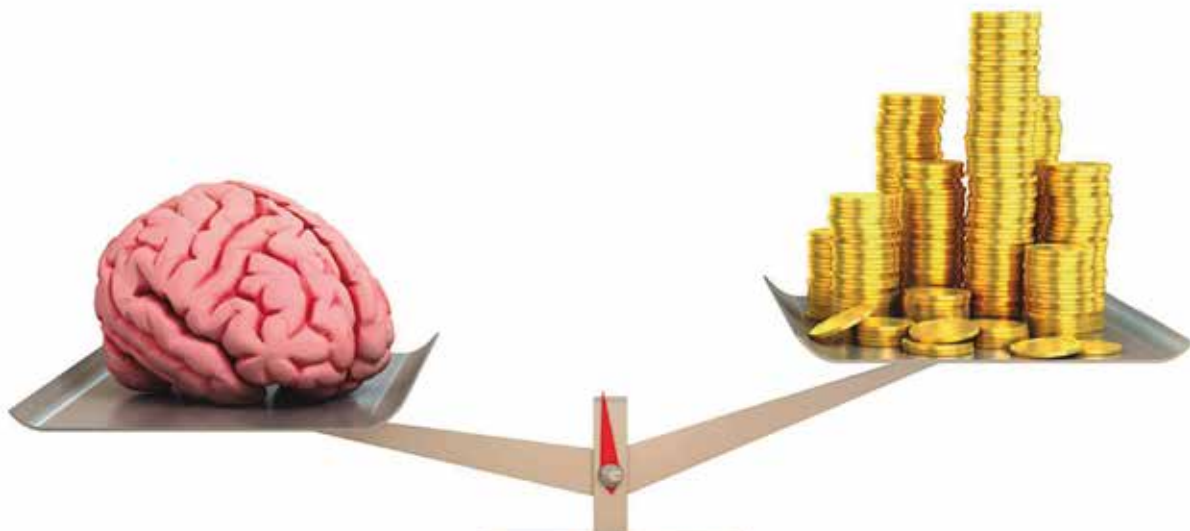
Conocer es maravilloso, así que los invitamos a leer más sobre estos y otros temas en este quinto número de *Biotecnología en Movimiento*.



Sección a cargo de **Carlos Peña** ([carlosf@ibt.unam.mx](mailto:carlosf@ibt.unam.mx))

El IBt tiene una muy importante capacidad de generación de conocimiento y una parte de él tiene el potencial de ser explotado comercialmente, para lo que requiere de la protección de los derechos de propiedad intelectual. La propiedad intelectual es un elemento fundamental de la innovación y nuestro Instituto es la entidad académica de la UNAM que más patentes genera. Por otro lado, la formación de empresas de base tecnológica continúa siendo un tema pendiente en nuestro país. Específicamente en el caso de la Biotecnología, la brecha es muy amplia, con los países desarrollados.

Aunque cada vez son más los programas que apoyan este tipo de acciones, estamos lejos de alcanzar los niveles que, como país, requerimos para un desarrollo competitivo. Esta sección pretende compartir con nuestros lectores diversas experiencias del IBt orientadas al emprendimiento de base científica, desde la creación de nuevas empresas en diferentes campos de la biotecnología, así como la protección intelectual del conocimiento generado.



# La transición de México hacia una economía basada en el conocimiento

## RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LA UNAM

**Dr. Antonio M. Juárez Reyes**

**Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos**

La prioridad fundamental para el gobierno de un país es asegurar un nivel de vida digno para sus habitantes. Para lograr este objetivo, una nación debe asegurar estructuras organizacionales, iniciativas de fomento y políticas de crecimiento eficientes, productivas y sustentables a largo plazo. Actualmente el conocimiento, entre otros muchos factores, es uno de los pilares más importantes para generar el bienestar de las personas. Desafortunadamente, los beneficios económicos derivados del desarrollo científico y tecnológico sólo se concentran en un puñado de países, los generadores

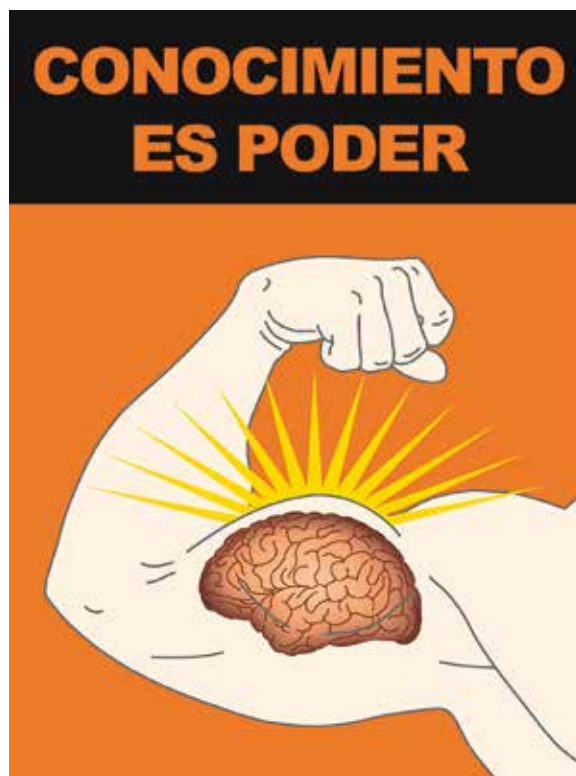
de los productos de alto valor agregado. A estos países, que vinculan su desarrollo económico en base a su conocimiento se les conoce como Economías o Sociedades del Conocimiento.

En este artículo sugiero cómo la vinculación del quehacer científico de la UNAM con los problemas de México, apoyado por políticas ágiles y normas homologadas con la ley Federal de Ciencia y Tecnología por parte de la UNAM, entre otros factores, pueden contribuir de manera importante para que en México ocurra una transición a una Economía del Conocimiento.

## La Economía del Conocimiento (EC) y su relación con el bienestar de un país

En años recientes han ocurrido auténticas revoluciones en las áreas de la biotecnología, la física, la instrumentación y las tecnologías de información. Nunca antes en la historia de la humanidad se había tenido un acceso tan eficiente y masivo al conocimiento, ni éste se había generado tan rápidamente como actualmente ocurre.

Aunque se hace ciencia en todas partes del mundo, incluyendo nuestro país, sólo los países que han invertido esfuerzos explícitos en la educación de sus ciudadanos, en el fomento de la ciencia y, más importante aún, en la vinculación entre sus sectores productivos y científicos, son cuantitativamente mucho más ricos y competitivos que los que no lo han hecho. Esta relación virtuosa entre el uso del conocimiento y su vinculación explícita en la generación de riqueza y en mejorar la calidad de vida de sus habitantes puede cuantificarse con el concepto de economía del conocimiento (EC). En el año 1996, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, por sus siglas en Inglés) acuñó el término "Economía del conocimiento" para distinguir con esta definición al conjunto de países industrializados que basan su desarrollo y crecimiento en el uso del conocimiento generado por sus élites científicas y tecnológicas, de aquellos que no lo hacen. Es importante aclarar en este punto que el concepto de Economía del Conocimiento trasciende el simple uso o consumo masivo de instrumentos de alta tecnología o de las tecnologías de la información. Los fundamentos de la economía del conocimiento se basan en la creación, difusión, uso y apropiamiento del conocimiento en su concepto más amplio. Los países y sociedades que se benefician de la economía del conocimiento tienen como activo más valioso el uso explícito, en sus negocios y sistemas de producción, de la ciencia y la tecnología que desarrollan. En concreto, estos países basan la satisfacción de sus necesidades de alimento, vestido, salud y entretenimiento, fundamentalmente por medio de productos generados por la acción inventiva, o por la vinculación del conocimiento científico y los procesos productivos. En contraste con esto, las economías tradicionales como la mexicana, basan su desarrollo en la explotación de la mano obra, la creación de clústeres enfocados a la manufactura o la maquila, en la producción de bienes primarios (como el petróleo) o bien en la especulación financiera. Es evidente que, para aquellos que deseamos que nuestro país y sus habitantes tengamos un mejor nivel de vida, México debe transitar de manera acelerada y activa del estatus actual a una economía del conocimiento.



Es importante señalar aquí, que la EC se basa en la existencia de 4 pilares fundamentales:

- a) Un sistema educativo robusto y bien estructurado.
- b) El desarrollo y uso de una infraestructura de acceso a la información y telecomunicaciones.
- c) Un sistema de innovación y vinculación ágil entre academia y empresas.
- d) Un marco institucional de gobierno que fomenta activamente el emprendimiento de base científica y que gestione de manera eficiente y transparente incentivos económicos para la innovación.

El índice de la economía del conocimiento (IEC) se mide en una escala del 1 al 10, mientras más bajo es este número, menor la capacidad de basar la actividad económica en el conocimiento. Un aspecto muy interesante del IEC es el hecho de que existe una relación directa entre el valor de este índice y, por ejemplo, el valor del ingreso per cápita de los países. La figura 1 indica de manera gráfica esta correlación directa. Es interesante apreciar que el crecimiento del ingreso *per cápita* es casi exponencial como función del IEC. Esto significa que pequeños incrementos en el valor del índice, en el sentido creciente, implican crecimientos medibles y cuantificables en el ingreso *per cápita* de los habitantes.

¿Cuál es el IEC en México? En la evaluación del IEC internacional del año 2012, México se encontraba en el lugar 72 en relación al resto de los países, con un valor de IEC de 5.07. Esto se correlaciona de manera directa con un ingreso *per cápita* de entre 5,000 y 10,000 dólares anuales. Como todo promedio, el IEC en México oculta

---

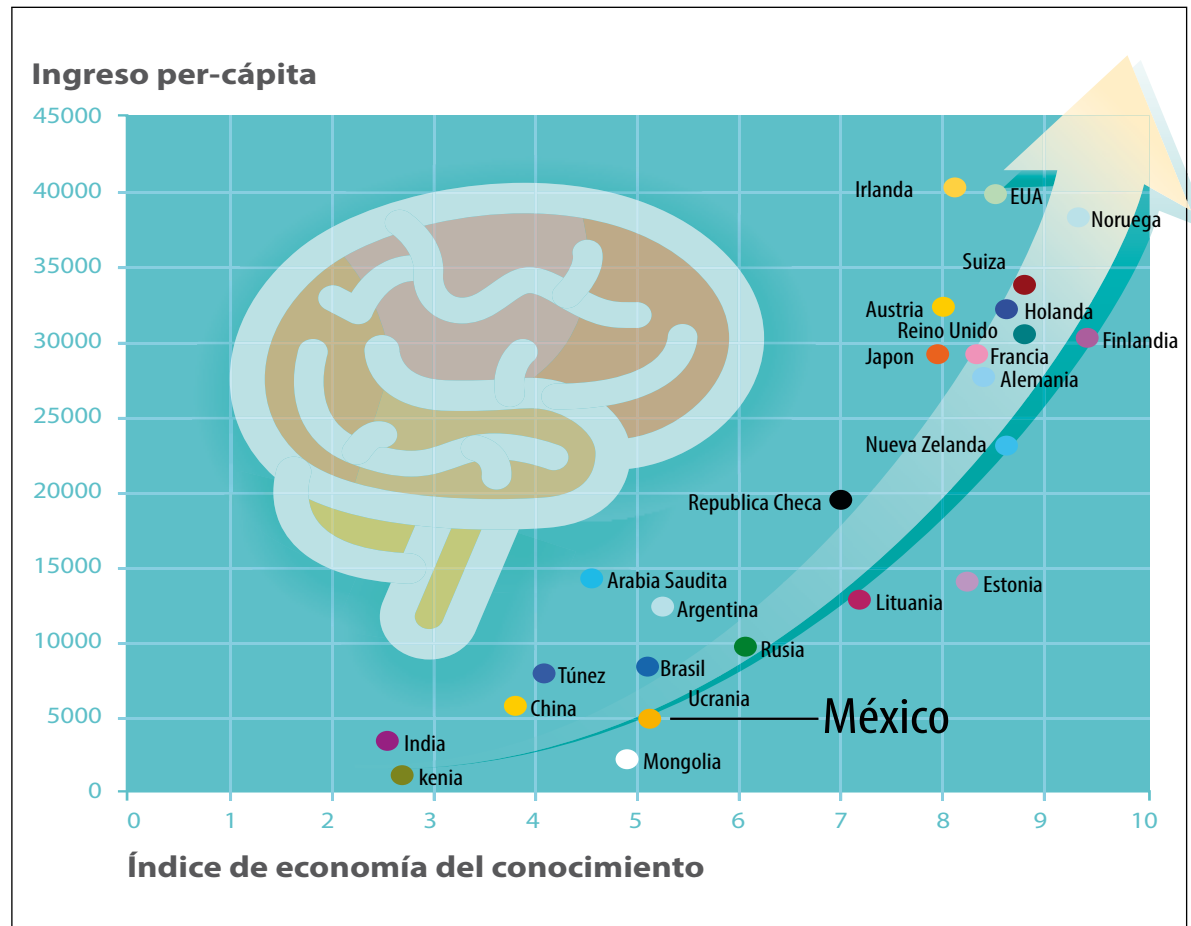
En la evaluación del IEC internacional del año 2012, México se encontraba en el lugar 72

---





Figura 1.- Correlación entre el índice del conocimiento y el nivel de ingreso *per cápita* de los respectivos países (IEC Banco Mundial, 2012).



disparidades muy grandes. Esencialmente, el centro y norte del país acusan valores de IEC del orden de 6, mientras que estados del sureste, como Guerrero, Chiapas y Oaxaca no superan un valor de 2.6. El estado de Morelos, con una densidad de científicos por habitante muy elevada, incluso equiparable a la de varios países desarrollados, sólo alcanza un valor de 3.8 en el IEC (Banco Mundial, IEC index, 2012). Este último dato es muy interesante porque, en Morelos, hay una gran cantidad de institutos de investigación del más alto nivel que en conjunto proporcionan una de las densidades más altas de investigadores por habitante del país. A pesar de lo anterior, el IEC para el estado de Morelos es muy pobre. Esto indica que la densidad y calidad de investigadores por habitante es un factor necesario, pero no suficiente, para lograr valores del IEC altos. Para impactar de manera directa el valor del IEC de una región, y por ende el nivel de bienestar de la población, es esencial que esta comunidad vincule sus esfuerzos a problemas y retos locales. Es esencial que esta comunidad explícitamente agregue esfuerzos con la cadena productiva y económica. Lo anterior, aunque hay contadas y notables excepciones, no ocurre en Morelos ni en México de manera sistemática.

### **México y sus retos para acceder a la Economía del Conocimiento**

México cuenta con las condiciones suficientes para convertirse en una economía basada en el conocimiento ya que, al menos en las estadísticas oficiales, cuenta con universidades de alto nivel, así como una infraestructura de telecomunicaciones moderna. Asimismo, México cuenta con innumerables oficinas de transferencia tecnológica, programas de fomento para la vinculación entre empresas y academia (como el programa FINNOVA del CONACyT, entre varios otros). Finalmente, en nuestro país existe un marco regulatorio cada vez más flexible en reglas para la innovación, como lo prueba la reciente modificación a la ley de Ciencia y Tecnología. Uno de los aspectos torales de esta reforma, entre otras cosas, es que de manera explícita faculta a los investigadores a fundar empresas de manera legal y transparente, sin incurrir en conflictos de interés. Sin embargo, los elevados y dolorosos índices de pobreza, insuficiencia alimentaria, dependencia tecnológica del exterior y el deficiente acceso a un nivel digno de bienestar para nuestra sociedad, son una realidad tangible y cotidiana para un número elevado de mexicanos. Dado

que tenemos una buena cantidad de factores que permitan acceder a otro estatus como nación, es importante preguntarse ¿qué falta? ¿Qué estamos haciendo mal? ¿Qué podemos hacer en particular como comunidad académica para contribuir a remediar, en la parte que nos corresponde, el muy bajo nivel en el índice IEC en México? El problema es evidentemente complejo y pasa por la revisión de una política de estado en Ciencia, Tecnología y normatividades a nivel federal. Como esa esfera es muy compleja, es importante saber, desde la UNAM y en general desde las Instituciones de Educación superior, ¿qué hacer, qué mejorar? desde nuestra labor y quehacer dentro de instituciones dedicadas a la investigación y la enseñanza a nivel posgrado. Revisar en este artículo todos los aspectos susceptibles de mejorar, desde la trinchera académica, es ciertamente una tarea compleja. Sin embargo, es útil, como ejercicio que espero motive revisiones similares en el lector, abordar aspectos en los que es posible mejorar cosas localmente, en el ámbito en el cual podemos incidir. En particular, presentaré algunos puntos muy específicos y sugerencias de mejora dentro de la UNAM. Los puntos planteados ni son todos, ni las soluciones son las mejores, pero hay que empezar a proponer y hacer. Mi propósito es que en el lector se catalice (con los puntos que refiero líneas abajo) la meditación del quehacer de la UNAM como generadora de riqueza para los mexicanos. En un mundo ideal, además de meditar y proponer, sería extraordinariamente útil para el país que llevemos a cabo estas mejoras y que las comuniquemos a los responsables de implementarlas de manera práctica, incluyéndonos a nosotros mismos, como académicos.

### Aspecto educativo

En México sólo cuatro de 100 estudiantes estudian maestría y una proporción aún menor un doctorado. Estar en un posgrado en la UNAM o en cualquier Instituto de Educación Superior es un privilegio. En general, la formación de los estudiantes en nuestra Universidad a nivel Posgrado es elevada desde el punto de vista académico. Esto se puede constatar con la participación de la UNAM en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT. Sin embargo, ¿para qué y con qué capacidades se preparan estos estudiantes? En las áreas físicas y biológicas, por ejemplo, el modelo de educación y formación de los estudiantes de doctorado es para que, a su vez, ellos se vuelvan académicos y, entre otras cosas sean mentores de estudiantes de doctorado con su mismo perfil. Esto es, preparamos a la élite educativa de nuestro país para ser académicos como nosotros, publicar y ser citados. En general no existen, en nuestro modelo de formación

de estudiantes, las herramientas para que ellos puedan aspirar a otros destinos fuera de la academia, que además no está generando suficientes empleos para estos doctores. Una alternativa sería que parte de su formación les faculte a generar empresas de base tecnológica basadas en el alto conocimiento que adquieren. En este aspecto, tenemos gente educada al más alto nivel y es muy necesario ahora que adquieran experiencia y conocimientos en actividades propias del sector productivo.

¿Qué tenemos que mejorar aquí? Evidentemente, entre otras cosas, vincular la educación de nuestros estudiantes con el uso práctico e inmediato de su conocimiento en problemas de alta relevancia. Desde luego, generar ciencia básica debe ser una parte fundamental de sus objetivos. Sin embargo, deben contemplarse, también, formaciones orientadas al emprendimiento de base científica, una cultura sana de protección intelectual y una orientación parcial del quehacer científico a problemas urgentes del país en agua, sustentabilidad alimentaria y salud, por ejemplo.

### Los sistemas de Innovación

La evidencia muestra que la UNAM ha generado muy pocas empresas de base tecnológica de alto ingreso y alto impacto. Nuestro nivel de patentamiento es muy bajo, del orden de decenas de patentes al año, contra el orden de cientos o miles en países de alto IEC, a pesar de ser la Universidad Nacional. Finalmente, los ingresos por licenciamiento de patentes de base tecnológica son pobres. Nuestra Universidad cuenta con capacidad científica y tecnológica equiparable a varias universidades europeas y norteamericanas. Sin embargo, nuestra generación de productos de alto valor, vinculación con los problemas nacionales y generación de licenciamientos y empresas de base tecnológica es pobre. Instituciones como la Universidad de Oxford, por medio de su agencia de innovación, llamada ISIS, genera regalías por protección intelectual, empresas de base tecnológica y "spin offs" del orden de mil millones de pesos anuales. MIT, sin considerar sus ingresos por colegiaturas genera, por vinculación, cerca de 27 mil millones de pesos anuales. Esa es la escala económica correcta que las vincu-

---

En general no existen, en nuestro modelo de formación de estudiantes, las herramientas para que ellos puedan aspirar a otros destinos fuera de la academia, que además no está generando suficientes empleos para estos doctores. Una alternativa sería que parte de su formación les faculte a generar empresas de base tecnológica basadas en el alto conocimiento que adquieren.

---





Los aspectos más relevantes de ésta se presentan en el recuadro en este artículo. Esta ley faculta y favorece, de manera liberal y explícita, la formación de empresas de base tecnológica, el fomento a la generación de regalías y recursos financieros por parte de académicos e investigadores vinculados a nivel federal. En contraste con esta regulación importante, la UNAM rige actualmente sus criterios en base a la normatividad universitaria, la cual no contempla explícitamente este tipo de asuntos. Es claro que en la UNAM existen vacíos normativos referentes a nuevos esquemas de transferencia de los productos del conocimiento a la sociedad, tales como el establecimiento de empresas “spin-off”. Esto podría obedecer a que históricamente los investigadores de la UNAM han estado alejados de aplicaciones prácticas que impacten el mercado. Sin embargo, en la medida que más investigaciones puedan resolver demandas de la sociedad, es necesario atender a la normatividad faltante. Es fundamental generar, de manera ágil, un marco específico para el licenciamiento y formación de empresas en la UNAM, así como formar departamentos jurídicos modernos, especializados en el tema de Transferencia. El personal adscrito a estos departamentos jurídicos y de vinculación debería contar, por razones prácticas, con experiencia fuera de la UNAM en aspectos corporativos, de negocios, financieros y de vinculación real en el mundo fuera de la academia, para ser efectivos. Aunque esto es complejo, la simple homologación de las reglas de la UNAM en términos de emprendimiento y licenciamiento, con las actuales leyes federales, y en particular con la reforma del 2015 a la Ley de Ciencia y Tecnología, sería un avance importante.

El tema del incremento del IEC en México es muy complejo. Sin embargo, es importante empezar en casa y preguntarse, como comunidad académica ¿qué estamos haciendo? ¿Qué podemos hacer para contribuir a que nuestro país transite a una Economía Basada en el Conocimiento? ¿Qué podemos hacer para que esto ocurra rápidamente? Limitar nuestro quehacer académico a publicar, ser citados y formar doctores con pocas posibilidades de contratación fuera de la academia no está resultando, por sí solo, una opción que genere riqueza o bienestar tangible para nuestro país. Incrementar el nivel de bienestar y el ingreso de la población mexicana que confía en la UNAM, y que la sostiene con sus impuestos, depende de qué respuesta demos a algunas de las preguntas planteadas arriba, con la honestidad intelectual y autoevaluación crítica que debe caracterizarnos como comunidad dedicada a la ciencia.

Contacto: amjuarez@fis.unam.mx

La reforma de 2015 a la Ley Federal de Ciencia y Tecnología

- Faculta a las Universidades y Centros Conacyt a fundar Unidades de transferencia y comercialización de tecnología con figuras jurídicas diversas y no sólo limitado a Institución de Educación (Artículo 4 bis)
- Permite que las Universidades y Centros pueden ser socios, hasta por 49% de participación, en empresas para la explotación de productos de base tecnológica (inciso b, artículo 51)
- Permite que el personal de las Universidades y Centros de investigación pública pueden participar de regalías y explotación de beneficios derivados de las empresas de base tecnológica sin incurrir en conflicto de intereses (inciso d, artículo 51)

Fuente: Diario Oficial de la Federación, martes 18 de diciembre, página 78

laciones de nuestra Universidad deberían estar generando. La UNAM podría, con políticas de vinculación más ágiles, generar recursos propios cada vez mayores y disminuir su dependencia de fondos federales.

¿Qué se puede mejorar aquí? El problema de la vinculación universitaria es complejo pero, en primer lugar, es importante que las personas encargadas de dirigir las políticas de vinculación tengan experiencia probada, ellas mismas en vinculación. Esto es, que los encargados a nivel directivo de vinculación y emprendimiento en nuestras universidades cuenten ellos mismos con experiencia empresarial, de patentamiento y exposición práctica a la vinculación a un alto nivel. En segundo lugar, es importante que las regulaciones de licenciamiento y patentamiento sean diseñadas en base a esquemas modernos en este tema a nivel internacional.

### Acceso a tecnologías de la información

La UNAM es una de las instituciones pioneras y líderes de la conectividad y el acceso a redes. Aunque probablemente hay aspectos que mejorar, la conectividad de la UNAM es de un nivel muy razonable y, en relación al IEC hay poco que comentar en este rubro.

### Regulaciones, transparencia y las políticas de fomento

A nivel federal, en diciembre de 2015 se aprobó la nueva Ley Federal de Ciencia y Tecnología.



# La gran inversión

## Biotecnología en MOVIMIENTO

Revista trimestral de divulgación –única en su género–, gratuita que publica avances importantes de la biotecnología.

Editada por el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Disponible en [www.ibt.unam.mx](http://www.ibt.unam.mx) con más de 10 mil visitas mensuales de académicos, empresarios, sociedades científicas, investigadores y estudiantes.

Impresión de mil ejemplares que se distribuyen gratuitamente entre cientos de instituciones de educación superior, empresarios, ex-alumnos del IBt, sociedades profesionales y científicas y funcionarios gubernamentales.

Diez mil volantes promocionales se reparten en congresos, pláticas y conferencias.

PROMUEVA  
EN GRANDE  
SUS PRODUCTOS  
O SERVICIOS:  
CONTRATE UN  
ESPACIO



UNAM  
CAMPUS MORELOS



Instituto de Biotecnología

Secretaría de Vinculación  
(52 777) 329 1777 Ext. 38122  
[biotecmov@ibt.unam.mx](mailto:biotecmov@ibt.unam.mx)