

La Ciencia
desde Morelos
para el Mundo

Tomo I: Ciencia y Sociedad

La Unión
DE MORELOS



ACADEMIA DE CIENCIAS
DE MORELOS, A.C.

La ciencia

DESDE MORELOS
PARA EL MUNDO

Tomo I: Ciencia y Sociedad



La Ciencia, desde Morelos para el Mundo, Tomo I (“Ciencia y Sociedad”)

Editada y compilada por:

Enrique Galindo Fentanes, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos.

Joaquín Sánchez Castillo, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigador de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Edmundo Calva Mercado, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos.

Sergio Cuevas García, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigador del Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos.

Oscar Davis Martínez, Jefe de Redacción de “La Unión de Morelos”.

Hernán Larralde Ridaura, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigador del Instituto de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos.

Gabriel Iturriaga de la Fuente, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigador del Centro de Investigación en Biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Georgina Hernández Delgado, Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
e Investigadora del Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos.

Formación y diseño:

Pedro Calderón Sánchez (La Unión de Morelos)
con la colaboración de **Nayeli Quinto** (Sodio)

Portada: **Sodio** (www.sodio.net)

Primera Edición 2011

ISBN: 978-607-95682-0-7

DR © Textos y fotografías de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Impreso y Hecho en México

Este libro no puede ser fotocopiado ni reproducido
total o parcialmente por ningún otro medio o método
sin la autorización por escrito de los editores.

Índice

Mensajes de *La Unión de Morelos* y de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C. 5, 6

Presentación, 7

EL QUEHACER DE LA CIENCIA, 9

El valor cultural de la ciencia, 12

Sobre la apariencia inútil de la ciencia, 14

Reflexiones sobre el uso de la Ciencia, 18

Magia, Ciencia, Salud y Seguridad Nacional, 21

La psicología de la ciencia, 27

Credulidad y conocimiento, 30

Arte, Ciencia y lo Paranormal: Reporte de un físico desde el frente, 32

Ciencia y juego, 34

La “publicación”: un proceso fundamental en la investigación científica, 36

Moneda de cambio del conocimiento científico, 38

El arte de la escritura científica, 40

¿Qué es un “experto”? 43

El Sistema Nacional de Investigadores, 45

Los idiomas del mundo y de la ciencia, 47

¿Cómo se comunican los científicos?, 50

Vacunas y Autismo: escándalo científico, 52

Biotechnólogos mexicanos en China, 55

Software libre, 60

PROGRAMAS DE LA ACADEMIA, 63

XXI Congreso de Investigación CUAM-ACMor: fiesta de iniciación de jóvenes en la ciencia y la tecnología, 65

Los primeros 20 años del congreso CUAM-ACMor: una visión joven de la ciencia en México, 69

Cuando los jóvenes investigan, 72

Cómo iniciar un proyecto de investigación en la secundaria o preparatoria, 74

Las Olimpiadas de Matemáticas, 76

Morelos obtiene el Primer Lugar en la XX Olimpiada Nacional de Química, 81

Platicando con estudiantes de preparatoria, 84

Un encuentro en Cuentepec, Morelos: Experiencias de un diálogo entre estudiantes de bachillerato y científicos, 87

Adoptemos al joven talento científico morelense: Programa PAUTA Morelos, 91

La Ciencia en tu Escuela, 95

CIENCIA OPORTUNA, 97

Sobre la propagación de rumores, 100

Matemáticas Electorales, 103

Epidemia de influenza: ¿Qué es y qué hacer?, 106

Sobre el posible uso de anticuerpos para tratar la influenza, 110

Cómo modelar una epidemia: el caso de la influenza, 112

Ciencia, juego y tráfico, 115

-Con un modelo informático se predijo la afectación tras el cambio en la glorieta de Buena Vista, 117

¿Qué debemos saber sobre el dengue para evitar enfermarnos nosotros y nuestras familias?, 119

Pronóstico de la trayectoria de los huracanes, 122

CIENCIA LOCAL, 127

Cienciometría de Morelos: hacia un estudio de la ciencia morelense, 130

Física y Minería de textos o ¿qué investigan los científicos en Morelos?, 132

Ocho años de *Hypatia*: divulgando la ciencia y la tecnología en Morelos, 135

Las calles y números de Cuernavaca, 137

Científicos de Morelos en acción, 140

Ciencia cercana al ciudadano, a los maestros y a los estudiantes, 143

Morelos: cantera científica, el papel del Instituto de Biotecnología de la UNAM, 145

Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos publican trabajo en la prestigiosa revista *Science*, 147

Campeones morelenses en las Olimpiadas de la Ciencia, 150

"Galileo Galilei lesionado..." y el primer aniversario de *La Ciencia, desde Morelos para el Mundo*, 153

PERSONAJES DE LA CIENCIA Y EFEMÉRIDES DE EVENTOS CIENTÍFICOS, 157

Marcos Moshinsky: La medida de la seriedad científica, 159

La comunidad científica se cubre de luto e indignación. Un mensaje de la Academia de Ciencias de Morelos, 162

Por fortuna existió Jesús Caballero (un intercambio epistolar sobre microbios, interés de un joven y la generosidad de un científico), 164

La computación cumple 50 años en México, 169

Inicios del Internet en México. Partes I-V, 171

El mejor homenaje a los 150 años de la teoría de la evolución: su vigencia, 182

ENERGÍA, 185

El futuro del sector energía. Partes I y II, 187

La reforma energética y sus relaciones con la ciencia y la tecnología, 191

Etanol carburante, el caso de Brasil y visión de largo plazo, 193

Mensaje de La Unión de Morelos

La Unión de Morelos comenzó a circular en un ambiente adverso en el año de 1993, en un entorno plagado de periódicos de circulación diaria pero en un ambiente donde la seriedad de los contenidos, la veracidad y el respeto por las ideas diferentes brillaba por su ausencia.

Nuestra línea editorial, basada en el respeto a los principios periodísticos, y en garantizar la credibilidad de todo lo publicado nos permitió lograr un éxito en poco tiempo. Pero no nos conformamos y desde entonces nos hemos mantenido en un esfuerzo permanente por mejorar, en beneficio de la sociedad a la que servimos.

El libro que tiene en sus manos es fruto de ese imparable deseo de superación y de una inigualable relación con los destacados integrantes de una institución ejemplar, la Academia de Ciencias de Morelos, A.C., que nos permite asumir nuevos retos en el trabajo editorial y nos aleja aún más de los medios tradicionales.

Enhorabuena para quienes participaron en este proyecto que hoy es una realidad.

A todos ellos, y a los que se sumen más adelante, los invito a dejar una huella imborrable entre los habitantes del Estado de Morelos, a los que servimos desde hace 18 años como una empresa socialmente responsable.

Gracias.



Ing. Mario Estrada Elizondo
Presidente y Director General
La Unión de Morelos

Mensaje de la Academia de Ciencias de Morelos

La Academia de Ciencias de Morelos, A.C. (ACMor) es una asociación integrada por distinguidos científicos que han sido elegidos por sus méritos académicos y que con su trabajo cotidiano colaboran en la construcción de una mejor sociedad morelense. En particular, uno de los objetivos de la ACMor es el promover la cultura científica. Para cumplir con este objetivo la ACMor ha encontrado un decidido y entusiasta colaborador en el ámbito empresarial: “La Unión de Morelos”. Esta colaboración ha redituado en la publicación de artículos originales de divulgación todos los lunes desde hace más de cuatro años. Durante este tiempo los miembros de la Academia de Ciencias de Morelos han abordado una variedad de temas de actualidad y de interés científico compartiendo la información y poniéndola a disposición de la sociedad morelense. Ahora son conjuntados en este primer tomo que da una visión de conjunto de su quehacer de divulgación.

El esfuerzo que hacen dos organizaciones, una académica y una empresa de comunicación, está dando frutos como es este libro que seguramente permitirá que la información fluya a mayores sectores de la sociedad. *La Unión* y la ACMor, en colaboración, contribuyen a crear una cultura científica en la población del Estado de Morelos. Sin duda, este es el camino para generar una mejor sociedad con herramientas para la toma de decisiones con base en el conocimiento.

Jesús Antonio del Río Portilla
Presidente de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C. (2011-2012)

Presentación

La Academia de Ciencias de Morelos, A.C. (ACMor) ha sido realmente afortunada por radicar en un ambiente propicio para la interacción constante entre los investigadores científicos y entre los propios investigadores con la sociedad. Estas interacciones han llevado no sólo a colaboraciones productivas en temas de investigación, sino también a compartir nuestras motivaciones para que nuestro trabajo sea de mayor impacto para la sociedad y contribuya a la construcción de un mejor país y a una visión positiva del futuro de la humanidad. Es así que cada vez más investigadores escriben artículos de divulgación sobre una creciente gama de temas. Si bien las responsabilidades básicas de los científicos son la generación de conocimiento y la formación de recursos humanos de alto nivel, la gran mayoría de los miembros de la ACMor han descubierto también su enorme potencial de comunicación con la sociedad.

Comúnmente, la relevancia del trabajo de un científico se puede visualizar claramente cuando un descubrimiento básico o un desarrollo tecnológico conducen a una aplicación identificable, como un nuevo producto o servicio, o cuando se considera el número de estudiantes de posgrado que formamos. Sin embargo, es interesante notar que el papel del científico en contribuir a la educación de la sociedad en el método y el quehacer científicos no es generalmente considerado como relevante, cuando, muy probablemente, esto sea por mucho, lo más trascendente a largo plazo. En esencia, el método científico se basa en observar con cuidado cada situación de interés, meditar o analizar sus implicaciones mediante la comparación con hechos ya conocidos, seguido de la observación consecuente. Esto es, el método científico no es ajeno a la conducta cotidiana de cualquier ser humano.

Sin duda, es una fortuna para la ACMor la colaboración que ha mantenido con “La Unión de Morelos”, quien en una decisión editorial que le da liderazgo en el periodismo nacional y constituye un ejemplo a nivel internacional, ha abierto una sección en su edición de los días lunes, a fin de que los miembros de la ACMor aborden diferentes temas que ilustren al público sobre el quehacer científico. Es así que las contribuciones de los primeros tres años se presentan en este primer volumen, con el tema “Ciencia y Sociedad”. Futuros volúmenes incluirán temas de Biología, Química, Física y Matemáticas. Si bien la clasificación es un tanto subjetiva, se escogieron para este primer volumen aquellos que abordan aspectos más generales o con un claro distintivo social. Asimismo, diríamos afortunadamente, no pocas contribuciones pudieran haber sido clasificadas en algún otro tema, mostrando así la creciente interrelación de la ciencia actual.

Sirva pues esta colaboración entre la ACMor y “La Unión de Morelos” como un ejemplo, que motive a otras comunidades a realizar esfuerzos similares y a demostrar que en México se pueden lograr contribuciones sociales de la ciencia del más alto nivel. ¡Enhorabuena!

El Comité Editorial de la ACMor

2007-2008

Joaquín Sánchez Castillo (Coordinador)
Georgina Hernández Delgado
Hernán Larralde Ridaura

2009-2010

Enrique Galindo Fentanes (Coordinador)
Edmundo Calva Mercado
Gabriel Iturriaga de la Fuente
Sergio Cuevas García
Hernán Larralde Ridaura

El Jefe de Redacción de La Unión de Morelos

Oscar Davis Martínez



EL QUEHACER DE LA CIENCIA



Prólogo

Una nueva vacuna; un material más fuerte y ligero; un transistor más rápido y pequeño; un algoritmo criptográfico para proteger nuestros datos; una fibra óptica que permita transmitir más información más rápidamente y a una mayor distancia; una fotocelda innovadora que convierta más energía solar en electricidad; un motor más eficiente; una batería eléctrica que dure más; un biocombustible que no compita con la siembra de alimentos; un nuevo plástico biodegradable; un recubrimiento para evitar la corrosión de ductos; un fertilizante que no contamine; un proceso para eliminar residuos tóxicos; un catalizador para limpiar el aire; unas nanopartículas para hacer explotar células cancerosas; un nuevo laser sólido para codificar y leer información ópticamente; un proceso...

No se requeriría mucha imaginación para continuar esa lista y llenar página tras página de ejemplos, enumerando aplicaciones recientes de la ciencia, desarrollos que impactan nuestra vida diaria, que pueden mejorar nuestra calidad de vida, que traen progreso tecnológico, que producen riqueza. Es común repetir que *la ciencia produce nuevos conocimientos que traen innovaciones y por ende, potencialmente, nos da bienestar*. Además de desarrollos que conducen a aplicaciones, la ciencia produce conocimientos que impactan nuestra forma de percibir a la naturaleza. Hay un acervo de conocimientos que modula el entendimiento de nuestro entorno, que *nos enseña el lugar que ocupamos en el universo*. Sin embargo, no es el propósito de este volumen mostrar artículos que reseñen los nuevos y sofisticados conocimientos desarrollados por nuestra comunidad ni las innovaciones a que han conducido. Más bien, *este volumen contiene una selección de artículos que muestran otras formas en que la ciencia ha impactado a la sociedad*.

La ciencia es una manera de interrogar a la naturaleza para obtener nuevos conocimientos. Más aún, la ciencia es una forma de poner a prueba dichos conocimientos para discernir cuáles son incorrectos y eliminarlos rápidamente. La ciencia nos proporciona un criterio de *verdad*, el más objetivo que hemos logrado construir. Una sociedad con una profunda *cultura científica*, más que con un acervo de *conocimientos científicos*, puede liberarse de supuestas *autoridades* que pretendan dictar su visión de la realidad. Un hecho es verdad o es mentira independientemente del lugar en la sociedad que ocupe quien lo enuncie, dependiendo únicamente de su congruencia con los resultados de experimentos bien planeados, realizados y analizados. La ciencia *democratiza* el conocimiento, volviéndolo público, publicándolo, sujetándolo a la crítica constante que lo revisa y lo fuerza a evolucionar. Construir una cultura científica es especialmente importante en la época actual, en la cual un ejército de especialistas, profesionales del engaño, nos bombardean día y noche con mentiras, empleando para ello los medios masivos de comunicación.

Es sobre esta relación entre cultura científica y sociedad que versan los artículos incluidos en este volumen. En ellos leeremos cómo la falta de esta cultura fomenta la charlatanería y sus efectos perniciosos en la salud y la seguridad de la población, y cómo la ciencia nos prepara para ser autocríticos y desconfiar de los dogmas y de la verdad absoluta. Conoceremos escándalos científicos que tuvieron consecuencias graves entre la población pero que ilustran el poder auto-correctivo de la ciencia. Entenderemos las limitaciones del utilitarismo inmediato y apreciaremos las consecuencias revolucionarias de experimentos aparentemente inútiles. Reflexionaremos sobre el uso responsable

de la ciencia, la cual intrínsecamente no es ni buena ni mala. Aprenderemos a conducir la curiosidad infantil a través del juego para desarrollar actitudes científicas. Estudiaremos la racionalidad del ser humano y la psicología de la ciencia, discutiremos el valor del escepticismo y contrastaremos la universalidad de la ciencia con la multiplicidad de creencias religiosas. Entenderemos la importancia de las reuniones y publicaciones para comunicar resultados científicos, la relación entre el lenguaje de la ciencia y la historia de la humanidad, y la importancia de las colaboraciones científicas internacionales. Apreciaremos el arte de la escritura y de la tipografía científica y nos adentraremos en el proceso de publicación, reconociendo el importante papel de editores y árbitros, la relación entre publicación y evaluación científica y la organización de la

comunidad científica en un sistema nacional de investigadores. Veremos cómo la cultura de hacer públicos los resultados científicos ha impactado el desarrollo de herramientas computacionales libres además de gratuitas. Entenderemos el papel de los expertos en la comunidad científica y como contrasta con el papel de supuestos expertos empleados por políticos para justificar sus decisiones.

Esperamos que al leer los artículos que forman este volumen, el lector adquiera una idea más clara de las muchas y sutiles formas en que la ciencia impacta y enriquece a nuestra sociedad, así como del quehacer y la organización de nuestra comunidad científica, la cual es en sí una parte integral y vital de nuestra sociedad.

W. Luis Mochán Backal

El valor cultural de la ciencia

Edmundo Calva Mercado

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2000-2002 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

¿Saben ustedes que todos tenemos algo de científico? Cuando en nuestra vida cotidiana tomamos una decisión razonada, es probable que estemos utilizando el método científico. Si en cualquier aspecto de la vida diaria deducimos a partir de observar, meditar y volver a observar, y finalmente comparamos con puntos de referencia definidos, estamos siguiendo el método que utilizan los científicos profesionales para realizar su trabajo. En otras palabras, todas las personas en cualquier grupo social tenemos capacidades científicas; las cuales utilizamos en repetidas ocasiones muy probablemente sin darnos cuenta de ello. Aplicamos el método científico cuando, por ejemplo, tratamos de localizar a alguien de quien no tenemos su dirección o su número telefónico; o cuando evaluamos la pertinencia de comprar un producto y no otro; o bien, tratamos de evaluar el impacto de nuevas circunstancias en nuestro ambiente laboral, social o familiar.

Cuando se argumenta, y se argumenta bien, que es importante la inversión en ciencia y tecnología porque permite el desarrollo de tecnologías propias, porque conlleva al mejor cuidado del medioambiente y porque propicia la mayor eficiencia en los procesos industriales, me atrevo a argumentar que aunque todo ello es ciertamente el resultado de hacer buena ciencia, no son la razón fundamental. La razón central para invertir en ciencia es por su valor cultural; porque la ciencia nos permite analizar nuestro entorno con mayor agudeza y con ello satisfacemos la necesidad de todo ser humano de explorar lo no conocido; necesidad que se remonta hasta sus orígenes. De esta manera, las ciencias comparten con las humanidades y las artes el proceso creativo, y todas ellas son satisfactores de la necesidad de explorar lo ignoto.

En las ciencias, las humanidades y las artes combinamos con creatividad diferentes elementos; ya sean observaciones, experimentos e hipótesis, costumbres, tendencias, creencias, ritmos y notas, colores y formas. Dentro de las ciencias podemos observar diferentes estilos y escuelas, entre individuos y entre grupos, como lo podemos percibir en las artes; y en todas las formas de la cultura hay contrastes y sutilezas. En la cultura no sólo hay sinfonías, pinturas o esculturas, sino también experimentos y teorías. Más aún, desde los griegos se proclamaba que la preparación ideal de un individuo debía comprender todas las formas de la cultura; lo cual significa un conocimiento y un ejercicio destacado y profundo de varias ramas del saber o quehacer humano. A esta preparación ideal debemos añadir los deportes individuales o de grupo, que implican disciplina y

competencia, y que son otra forma de la cultura por la creatividad y destreza técnica que involucran, además de los valores que implican el trabajo en equipo y el manejo de la victoria y la derrota.

Y así como es importante la preparación íntegra de un individuo, en el mismo contexto es importante la preparación íntegra de una sociedad. Y es aquí donde todos debemos asumir nuestras responsabilidades. Para los científicos la responsabilidad es visualizar a las ciencias como un todo sin una separación artificial de las diferentes disciplinas, separación que se hace por comodidad y por costumbre. Sobre todo, es crucial que los científicos, los humanistas y los artistas, compartan y disfruten de esta visión global de la cultura, pensando siempre en obtener un desarrollo intelectual de grandes alcances, en donde se mezcle el dominio conceptual y técnico con la creatividad y la intuición. Y, ciertamente, es responsabilidad de todos el transmitir estos conceptos y actitudes a la sociedad.

Y para la sociedad en su conjunto, en especial en las esferas directivas, tanto en las clases académicas como en las empresariales y políticas, la responsabilidad será la de tener metas ambiciosas y a largo plazo, por el simple placer de que trascienda su obra. Es claro que este tipo de metas implicarán la comprensión y el apoyo de todas las actividades que forman la cultura de un pueblo, lo cual eventualmente redundará en el bienestar colectivo. Para ello, por ejemplo, bastará tomar en cuenta que todos los avances tecnológicos que influyen en prácticamente todas las actividades de nuestra vida diaria, que nos mantienen sanos y cómodos, todos provienen de la ciencia básica: esto es, tarde o temprano toda la ciencia básica se aplica.

Finalmente, aunque parezca una contradicción, permítaseme aclarar que la ciencia no provee respuestas definitivas y contundentes a todas nuestras preguntas e inquietudes. Al contrario, el gran valor cultural de la ciencia es el de siempre permitirnos cuestionar y preguntar, y seguir preguntándonos y cuestionándonos cuantas veces queramos. Y esto es lo que hace perfeccionarse al individuo y a la comunidad; por lo que bien vale la pena que cada uno asumamos nuestra responsabilidad histórica hacia el fomento de la cultura. Éste será incuestionablemente nuestro legado más importante. En uno o dos siglos la historia juzgará si las generaciones actuales de científicos mexicanos, con todos nuestros logros académicos, fuimos capaces de influir en el surgimiento de una sociedad más culta en todos los sentidos, capaz de enfrentar con éxito todo tipo de retos. Ya lo veremos.

Jean Rostand (biólogo) lo expresó muy bien en «Le Droit d'être naturaliste» (1963), cuando menciona:

“La verdad que yo venero, es la modesta verdad de la ciencia,
la verdad relativa, fragmentaria, provisoria,
siempre sujeta a retoque, a corrección, a arrepentimiento,
la verdad a nuestra escala;
por el contrario, yo dudo y odio la verdad absoluta,
la verdad total y definitiva,
la verdad con una gran V,
que es la base de todos los sectarismos,
de todos los fanatismos y de todos los crímenes.”



Jean Rostand.

Sobre la apariencia inútil de la ciencia

Marco V. José

Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM y Centro Internacional de Ciencias, A.C.
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Los seres humanos han habitado la Tierra durante 200 mil años y sin embargo hace sólo 400 que el telescopio de Galileo y las matemáticas de Newton abrieron los cielos a la investigación científica. Hace apenas un poco más de 100 años que se desarrolló la teoría de la evolución que colocó al hombre como resultado de un proceso evolutivo de varios millones de años. Y hace únicamente cerca de 60 años que se descubrió la estructura molecular del ADN que es uno de los ingredientes fundamentales de todos los seres vivos.

El hombre es el resultado de un largo proceso de evolución en donde hemos sido “hojalateados” por la naturaleza para percibir aspectos del mundo que nos rodea que de alguna manera son útiles para nuestra sobrevivencia y alcanzar éxito reproductivo. En las primitivas sociedades humanas la esperanza de vida era muy breve y se necesitaba acción inmediata. La contemplación era un acto suicida. Durante la evolución del cerebro humano hubo algún momento en donde el hombre fue capaz de anticipar eventos y poder determinar patrones. Para sobrevivir, cualquier organismo necesita tener al menos un sistema sensorial que le permita generar un modelo de la realidad en la que vive y así poder adaptarse.

El hombre posee la gloriosa capacidad de crear modelos experimentales y teóricos basados en el llamado método científico que nos permite generar modelos sobre la naturaleza del mundo y del universo en el que vivimos.



Eric Kandel.

La ciencia es ecuménica. El origen único de la ciencia en la cultura griega no hace a la ciencia menos ecuménica, ya que la ciencia es una cultura de carácter universal. En la actualidad la prosperidad de las naciones y de los individuos dependerá cada vez más y más del conocimiento científico, de su generación, y de un entendimiento de otras culturas. El conocimiento generado por la ciencia es un ingrediente indispensable para mantener la independencia y soberanía de cualquier país.

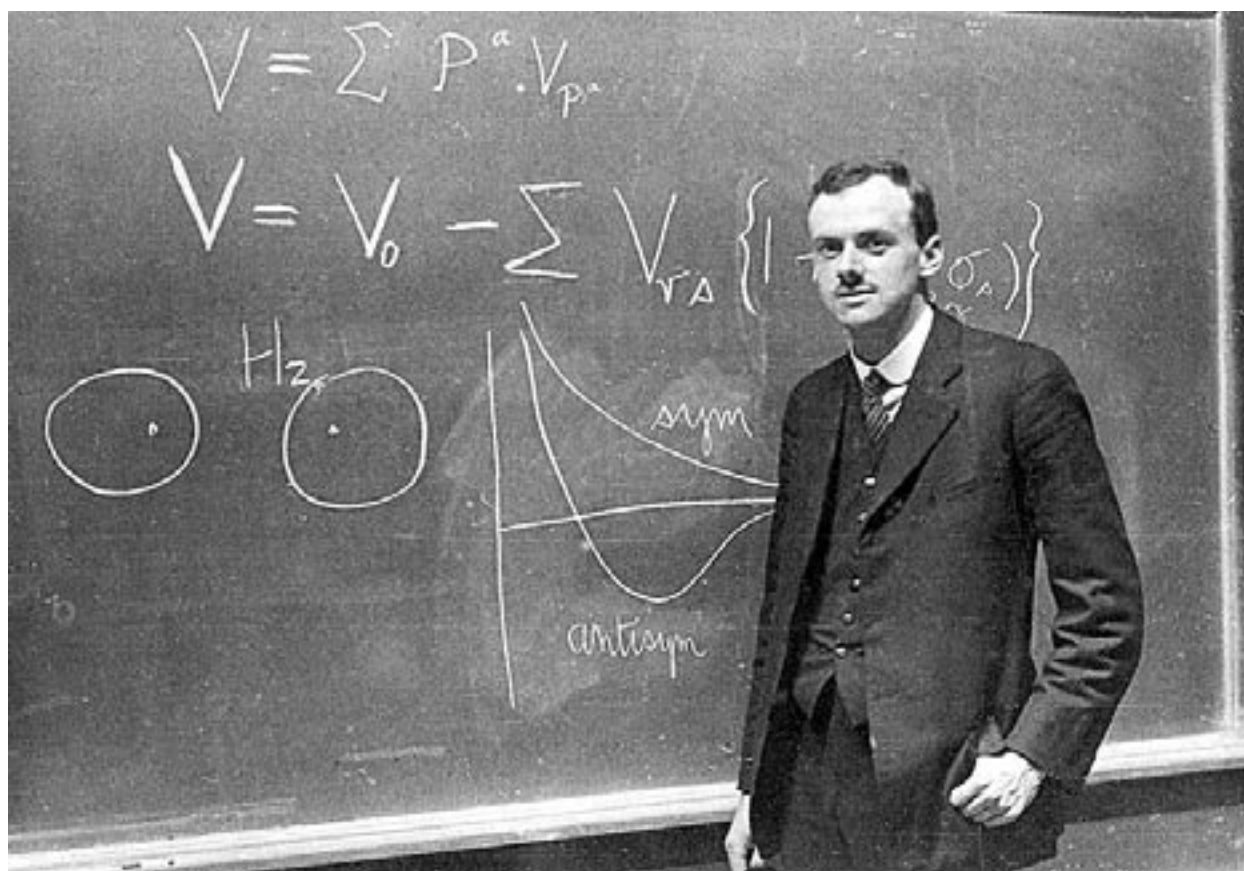
Los tres aspectos fundamentales de la ciencia —su historia reciente, lo completo de cierto conocimiento fundamental, y su unidad intrínseca— significan que por primera vez en la historia de la humanidad tenemos una posibilidad real de acercarnos al conocimiento de la naturaleza de nuestra existencia y de nuestro lugar en este planeta y en el universo. Y sin embargo, en la actualidad la ciencia es alienígena para la mayoría de la gente.

Le he preguntado a muchos de mis amigos empresarios y políticos, si ellos financiarían alguno de los siguientes proyectos científicos cuyos objetivos son los siguientes:

1. Determinar si las babosas de mar son realmente babosas.
2. Hacer el cuerpo humano transparente.
3. Unificar en una sola teoría la teoría de la mecánica cuántica con la teoría especial de relatividad de Einstein.
4. Determinar experimentalmente si existe la antimateria.
5. Crear un modelo que asuma que en todas las membranas de las células existen hoyos o poros al través de los cuales pasan de manera específica ciertos iones como el sodio y el potasio.
6. Analizar la naturaleza química de compuestos llamados fulerenos.
7. Probar la conjetura de Poincaré sobre las simetrías de una esfera.
8. Determinar cómo se distribuyen los números primos por medio de la conjetura de la función Zeta de Riemann.

Todos mis amigos, incluyendo a algunos científicos, contestaron inmediatamente que no financiarían ninguno de estos proyectos. Les parecían inútiles y hasta baboso dedicarse a ellos.

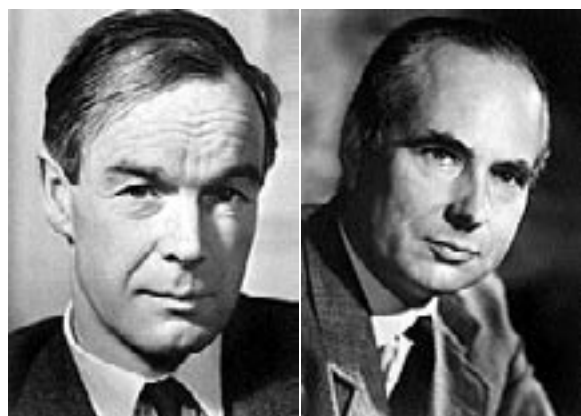
Sin embargo, todos los investigadores que llevaron a cabo estos proyectos ganaron el Premio Nóbel o premios importantes en el área de Matemáticas.



Paul M. Dirac.

El hombre detrás de los experimentos de la babosa, Eric Kandel, no quería solamente molestar a las babosas. El quería entender los mecanismos básicos por los que un organismo puede aprender. Su pregunta era: ¿Qué es el aprendizaje? Kandel ganó el Premio Nóbel en el año 2000 por demostrar que la babosa (un molusco llamado *Aplysia*) es capaz de habituarse, sensibilizarse y de tener un aprendizaje asociativo.

En el segundo proyecto estoy hablando del uso de los rayos X para obtener radiografías del cuerpo humano. En el tercero, Paul Dirac, al tratar de unificar la teoría de la mecánica cuántica con la



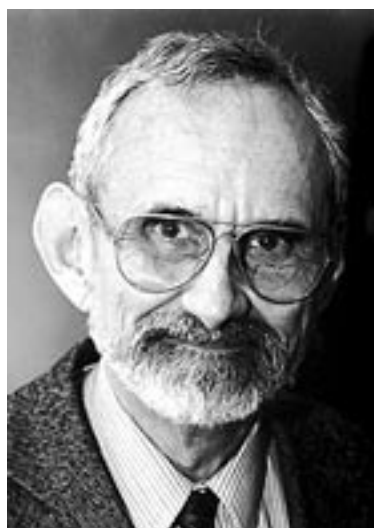
Alan L. Hodgkin

Andrew F. Huxley

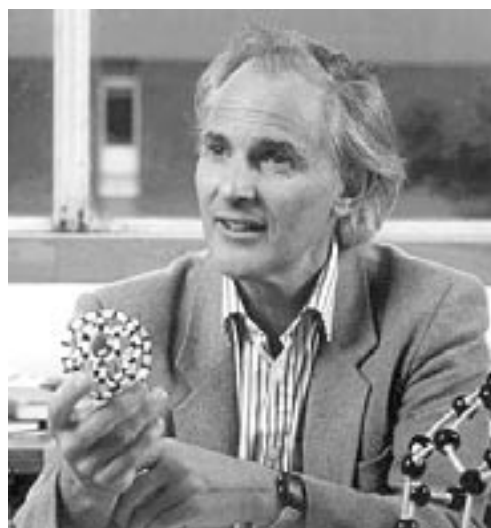


En 1933 Carl Anderson mientras observaba las trazas de rayos cósmicos que pasaban a través de su cámara de niebla, descubrió la antimateria bajo forma del anti-electrón, llamado más tarde positrón. Un positrón es una partícula exactamente igual al electrón pero con carga opuesta, positiva.

teoría especial de relatividad, predijo la existencia de la antimateria y Carl Anderson demostró experimentalmente la existencia del positrón que es la antipartícula del electrón. Dirac ganó el Premio Nóbel en 1933 y Anderson en 1935. Un notable uso de estas antipartículas es la Tomografía de Emisión de Positrones (PET por sus siglas en inglés) con las que se pueden tomar fotos del cerebro en acción y que tiene una gran importancia biomédica en la actualidad. Hodgkin y Huxley ganaron el Premio Nóbel en 1963 por demostrar que todas las células separan (activa o pasivamente) el sodio del potasio por medio de unas bombas iónicas o canales que ahora se sabe son proteínas embebidas en la membrana celular.



Robert F. Curl



Sir Harold W. Kroto



Richard E. Smalley

Kroto, Curl, y Smalley ganaron el Premio Nóbel por el descubrimiento de los fullerenos. Descubrimientos de este tipo han sido detonadores, en parte, del actual desarrollo de la nanotecnología (por ejemplo, la síntesis de nanotubos de carbono).

Con respecto a los últimos 2 problemas matemáticos, el Instituto Clay de Matemáticas en Massachusetts ofrece un millón de dólares a quien los resuelva. El de la esfera, de hecho, ya fue resuelto por el matemático ruso Grigori Perelman, por lo que ganó en el 2007 la Medalla Fields, el equivalente del Premio Nóbel en matemáticas.

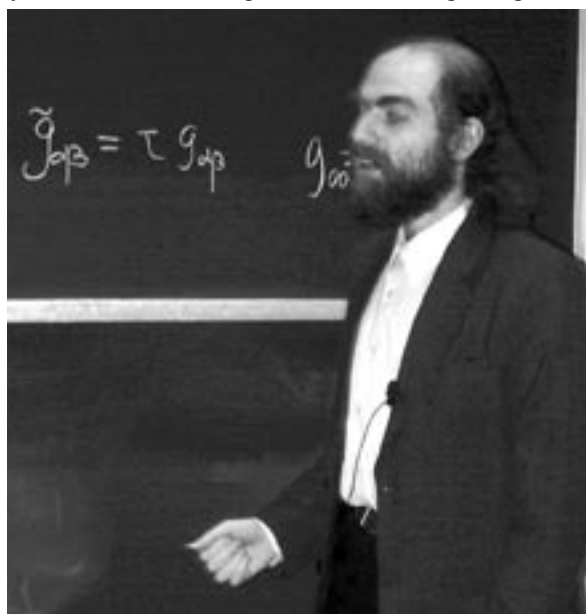
La ciencia genera conocimiento (no información) y para entenderla y apreciarla es necesario considerar su contexto histórico. La ciencia ha producido una enorme transformación en las sociedades humanas y a pesar de ello, en general la ciencia se le considera inútil y no merecedora de ser financiada. La mayoría de los empresarios y políticos justifican el apoyo de la ciencia u otorgan premios a científicos sólo en términos utilitarios.

A lo largo de la mayor parte de la historia de las civilizaciones, la ciencia tuvo muy poco efecto en la vida cotidiana del hombre. El conocimiento científico se acumulaba y se generaba por sí mismo sin tener ninguna aplicación inmediata. Sin embargo, con la Revolución Industrial que inició en el siglo XVIII la ciencia empezó a tener un profundo efecto en la manera en la que vivimos por medio de aplicaciones de nuevas tecnologías.

La investigación científica puede tener una alta probabilidad de ser financiada si la inversión es mínima y potencialmente tiene grandes beneficios. La investigación utilitaria es, sin embargo, nada atractiva para científicos ya que busca avances en el conocimiento que son de poco alcance o busca soluciones concretas de ciertos problemas particulares. Hay varios ejemplos de fracasos de este tipo de proyectos científicos, que no pretendo mencionar aquí.

No hay adjetivos para la ciencia (ciencia básica, aplicada, orientada, de alto rendimiento, etc.). La ciencia es única. Se basa en el método científico y simplemente genera un conocimiento que resulta ser de tipo universal. Curiosamente, la ciencia, a veces llamada ciencia básica, es por lo general barata. Siempre resulta más caro para un país el no apoyar la ciencia y la tecnología. La manera de hacerlo es elegir científicos teóricos y experimentales, brillantes, energéticos (usualmente jóvenes), y fomentar la creatividad en una atmósfera de libertad. Una vez que se tienen resultados deben publicarse en la mejor revista* posible. Sin embargo, el transformar ese conocimiento en un producto práctico se deja al libre mercado. Este modelo no trae consigo de manera automática esos productos prácticos.

La mayor parte de las actividades complejas en los animales son instintivas. Las abejas, los murciélagos y las aves no tienen que ir a la escuela para aprender



Grigori Iakovlevitch Perelman

* Ver artículo de R. Arredondo en la página 36.

a volar. La mayoría de estos animales nacen con todas las habilidades que necesitan. Sin embargo, estas cualidades innatas permanecen generalmente inalteradas durante periodos evolutivos largos, son el “hardware” biológico de plasticidad reducida. Nosotros en cambio nacemos como criaturas indefensas y mucho de lo que nos caracteriza como humanos tiene que ser dolorosamente aprendido. Así, nosotros dependemos del “software” biológico de una gran plasticidad.

Como criaturas educables no tenemos comparación en este planeta. Esta habilidad para educarnos es entonces uno de los principales distintivos de la especie humana.

En México la aparición de la ciencia como actividad sistemática se nutrió de inmigrantes altamente educados que vinieron de España hace sólo 60 años.

¿Cómo fomentar la enseñanza y la investigación científica en México?

Primero consideremos que uno de los más importantes aspectos que impiden el desarrollo de la ciencia en una cultura son las pseudo ciencias, el esoterismo, la astrología, etc. Éstas inducen a confundir a aquello que se imagina vívidamente con la realidad. Todo sistema no científico de pensamiento acepta a la fantasía (la intuición y la imaginación son importantes elementos en el proceso creativo del quehacer científico como varias veces lo señaló Albert Einstein), o a una introspección personal, como una fuente válida del conocimiento. La creencia de que somos capaces de obtener conocimiento de manera directa al través de la intuición es ampliamente cultivada por las pseudociencias.

Por otro lado la ciencia rechaza esta creencia al través de la noción de que el conocimiento del mundo externo puede venir solamente de una investigación

objetiva, reproducible por otros, y no restringida a unos cuantos iluminados.

Desde este punto de vista, la ciencia es precisamente una fuerza nueva e importante en la historia reciente de la humanidad, que no es un resultado inevitable del desarrollo humano. Jacques Monod consideró que la objetividad “es la idea más poderosa que ha surgido en la noosfera (el mundo de las ideas)”.

Las personas que hablan de astrología, cartomancia, espiritismo, UFOlogía, y otros fenómenos ocultos tienen más acceso y aceptabilidad en los medios de comunicación que los científicos que no pregonan la creencia sino la objetividad y el pensamiento crítico. Esto se debe en parte a que el ocultismo es una forma de entretenimiento mientras que los escépticos racionales son aparentemente muy aburridos.

La siguiente ocasión que escuche que hay científicos tratando de atrapar neutrinos del sol, o tratando de dilucidar el posible efecto del viento solar sobre el clima de la Tierra, o que anden buscando la materia de la que están hechos los sueños, tratemos primero de entender el contexto histórico de estos proyectos científicos.

Debe considerarse que el conocimiento *per se* es muy valioso y que su utilidad en general no puede *a priori* preconizarse. Es cierto también que puede haber un mal uso del conocimiento científico. Conviene aquí citar la recomendación de Einstein: “La preocupación del hombre y de su destino debe ser siempre el principal interés de todas las actividades tecnológicas, una preocupación por los grandes problemas no resueltos de la organización del trabajo y de la distribución de bienes — para que las creaciones de nuestra mente sean una bendición y no una maldición para la humanidad. Nunca olviden esto en medio de sus diagramas y ecuaciones”.

Reflexiones sobre el uso de la Ciencia

Agustín Eduardo González Flores

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Oye Papá, ¿La Ciencia es buena o mala?

Pues mira pequeña niña, a la ciencia, que desentraña los misterios de la naturaleza, como a cualquier otro fruto del cerebro e ingenio humanos, se le puede dar un uso bueno o malo. Pero esa pregunta prefiero respondértela con algunos ejemplos. Me centraré en los aspectos que más conozco de las ciencias físico-matemáticas e ingenierías. Tomemos primeramente el caso de la gente que habitaba en tiempos prehistóricos, hace algunos cientos de miles de años. Cuando elaboraron herramientas de piedra, embarcaron a la humanidad en un viaje de invenciones. Usaron esas herramientas para cazar animales para alimentarse, lo cual en principio es bueno ... pero también usaron las mismas herramientas para matarse unos a otros. Esos mismos individuos aprendieron a producir, dominar y usar el fuego, que les servía para cobijarse del frío de la noche y para cocinar, lo cual era un uso bueno ... pero también usaron ese mismo fuego para incendiar las chozas de algunas tribus vecinas. Ya en la era histórica, definida por la aparición de la escritura, uno de los grandes inventos de la humanidad, los astutos mesopotámicos desarrollaron otro de los más grandes inventos: vehículos con ruedas. En ellos transportaban del campo a las ciudades comida vegetal y animal que intercambiaban por utensilios, telas y otros objetos, lo



Nicolás Copérnico.



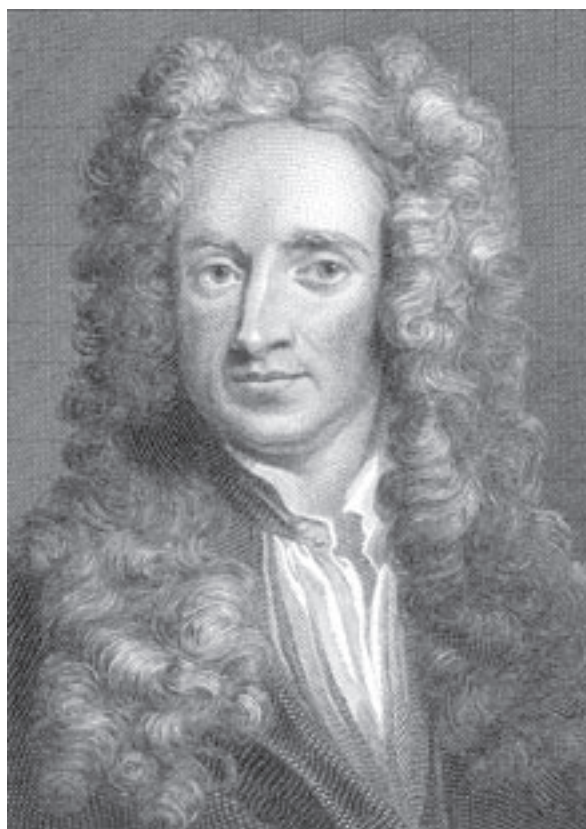
Sello emitido el 6 de septiembre de 1983 en la Unión Soviética conmemorando el aniversario n.o 1200 (aproximado) del matemático árabe, Al-Kuarizmi.

cual era un uso bueno ... pero también empezaron a fabricar carrozas de guerra para usarse en la conquista de otros pueblos. La edad de bronce fue el principio de nuestro dominio de los metales. Con ellos se hacían vasijas, cucharas, jarras y diversos adornos ... pero también producían espadas y lanzas para inflingirse daño unos a otros.

Con el advenimiento de la navegación, se propició un mayor desarrollo para la humanidad mediante el comercio con pueblos desconocidos ... Pero a la par que florecieron los buques mercantes, se construyeron navíos de guerra, para la conquista y el pillaje. En el desarrollo de la ciencia debemos mencionar a los antiguos griegos del primer milenio A.C. Su estudio de las matemáticas y la geometría, así como de otras ciencias naturales, fue crucial para la expansión de estas disciplinas. La Matemática misma, tan desarrollada por ellos, la podemos llamar madre y sirva a la vez de todo el pensamiento científico, sirva porque todas las ciencias descansan sobre ella. De ella se derivaron arquitecturas impresionantes, diseño de grandes navíos, aparatos de navegación ... pero también de máquinas de guerra como catapultas.

Ya en nuestra era, en la llamada Edad Media, la ciencia en el mundo occidental pasó por una época oscura para los ciudadanos comunes. Sin embargo, los seguidores de la religión del Islam continuaron desarrollando la ciencia en el cercano oriente. Las principales contribuciones árabes a la ciencia fueron en matemáticas y medicina. Los trabajos del persa Al-Kuarizmi, con la Aritmética, donde introdujo el sistema decimal proveniente de la India, así como el Álgebra, permanecen como pilares de las matemáticas modernas. Aunque en la Edad Media las contribuciones a la ciencia pura realizadas en el mundo occidental fueron relativamente insignificantes, hubo un progreso considerable en la aplicación de la ciencia a las artes industriales, como la fabricación del vidrio, la fundición del hierro, el arte de hacer papel, así como de intrincados relojes y brújulas útiles para la navegación. Como puedes ver todo esto eran buenos frutos de la ciencia ... pero, a su vez, se introdujo la pólvora y el confinamiento de ésta en compartimientos metálicos duros para la fabricación de cañones y otras armas.

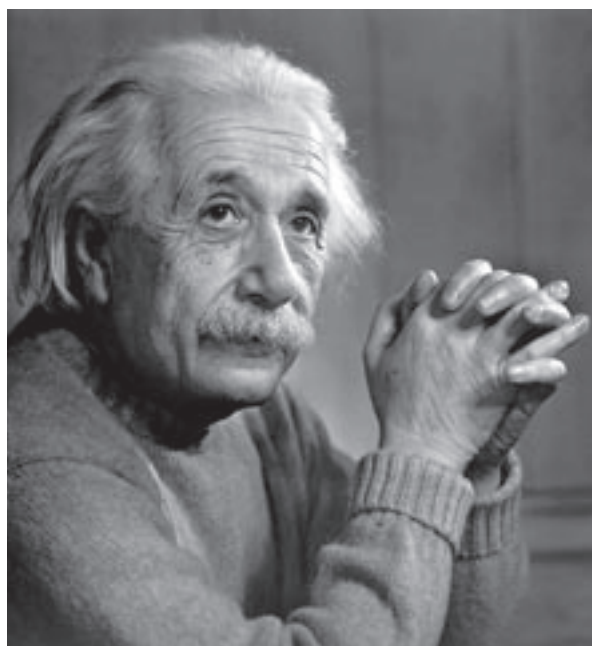
No fue sino hasta el siglo XVI que Nicolás Copérnico declaró abiertamente que la tierra giraba alrededor del Sol, en contraposición a la más aceptada teoría geocéntrica de Ptolomeo. La leyenda dice que un siglo y medio más tarde, cuando una manzana golpeó su cabeza, Isaac Newton vislumbró, y desarrolló posteriormente, las matemáticas que probaron que la teoría de Copérnico estaba en lo correcto. De aquí se derivó la disciplina de la Mecánica, que tanto ha influido en el mundo industrial hasta nuestros días. La revolución industrial del siglo XVIII nació en Inglaterra a través de una serie de inventos asombrosos para su época. Las herramientas de mano fueron suplidas por maquinaria y el sistema doméstico de trabajo fue sustituido por las fábricas, aumentando en forma masiva la producción. Los industriales ingleses



Isaac Newton.

desde el principio se dieron cuenta de la necesidad de la ciencia y la investigación en el desarrollo tecnológico, asociándose con científicos deseosos de aplicar sus descubrimientos en el avance industrial. Las ingeniosas maquinarias eran propulsadas por máquinas de vapor que usaban combustibles fósiles para su funcionamiento, principalmente carbón mineral. Como ves, la producción masiva de bienes de consumo hizo que muchas personas accedieran a dichos bienes, lo cual en general es bueno ... Desafortunadamente, aunque sin saberlo, la quema de combustibles fósiles dio lugar a la producción de ciertos gases residuales, principalmente dióxido de carbono, que se acumularon a través de los dos siglos siguientes en la atmósfera terrestre, produciendo el llamado efecto invernadero. Hoy en día, el calentamiento global está haciendo que se derritan las masas de hielo polares así como los glaciares a un ritmo sin precedente. Si seguimos enviando gases de invernadero a la atmósfera, es muy factible que en algunas décadas la superficie de los océanos se eleve, inundando así a muchas poblaciones costeras.

Entre los grandes descubrimientos del siglo XIX no puedo dejar de mencionar a la energía eléctrica, que se basó en el trabajo de notables científicos. La gente ya podía sentarse a leer un libro al oscurecer, sin necesidad de velas que proporcionaban una luz muy tenue. Desafortunadamente las turbinas de los grandes generadores de las plantas de generación de energía eléctrica eran propulsadas por chorros de vapor de



Albert Einstein.

agua producidos por la quema de combustibles fósiles, principalmente el carbón mineral y derivados del petróleo, generando así mayor cantidad de gases de invernadero. Lamentablemente, la quema de combustibles fósiles sigue creciendo aceleradamente hoy en día.

En los siglos XX y XXI, el uso de los motores de combustión interna para ser utilizados en los automóviles, ha seguido creciendo a un ritmo acelerado, principalmente en los grandes países emergentes como China y La India ... pero dichos motores utilizan primordialmente derivados del petróleo para su funcionamiento. En el siglo XX hubo una revolución científica que sustituyó a la Mecánica de Newton para el estudio de sistemas muy pequeños, como átomos y moléculas. El genio de Albert Einstein, así como de muchos otros, ayudó a desencadenar el poder del átomo. Este conocimiento fue utilizado después con algunas consecuencias funestas como las de Hiroshima y Nagasaki. Si bien, dicho poder se puede usar en la producción de energía eléctrica,

queda un problema sin resolver: el decaimiento de los combustibles nucleares crea nuevos elementos radiactivos residuales, los cuales son muy difíciles de erradicar.

Recientemente se ha propagado la idea de utilizar fuentes de energía renovables, como la solar y la de los vientos (eólica), para abastecer nuestras necesidades. Dado que la producción de energía por dichos medios todavía no está tan desarrollada, su costo es mayor que el de las plantas eléctricas que utilizan combustibles fósiles, por lo que algunas naciones son todavía renuentes a construir plantas solares o eólicas, que sin embargo se podrían abaratar mediante su uso masivo. Como ves, el mundo está en una encrucijada. Si no hacemos algo, pronto podríamos ser capaces de arruinar este planeta, que es la casa de la humanidad. Por todo lo que te he contado, comprenderás que la ciencia no es ni buena ni mala ... todo depende en cómo se usa. Y eso, mi pequeña niña, queda en nosotros decidirlo.

Magia, Ciencia, Salud y Seguridad Nacional

W. Luis Mochán

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C.

La sala estaba llena. La gente charlaba animada, se sentía una gran expectación. Abruptamente todos callaron. El maestro de ceremonias tomó el micrófono y los altavoces anunciaron: *Señoras y señores, con ustedes... ¡el Asombroso Randi!*

-¿Quién?

-Randall James Hamilton Zwinge, el mago.

-¿Dónde estabas? ¿en un cumpleaños?

-Sí, de cien años.

-¡Con mago! ¿y qué trucos mostró?

-Con mago, sí, pero no mostró ningún truco. Nos dio una conferencia.

-¡Qué manera de celebrar! Y, ¿aprendiste algún truco?

-No. Su presentación no fue sobre magia. Estábamos en un congreso de física, el *March Meeting of the American Physical Society* (APS), una de las reuniones científicas más importantes en el área de las ciencias de la materia en su estado sólido. La disertación de Randi era una de las charlas más esperadas ese año de 1999, en el que se celebraba el centenario de la APS. El mago James Randi es conocido y reconocido en el medio científico por su trabajo para detectar y desenmascarar charlatanes.

-No entiendo, si los magos suelen vivir de embaucar al público.

-Así parece. Pero los magos crean ilusiones en el público para entretenerlo, sorprenderlo y divertirlo, le dan algo a cambio de su credulidad y de sus distracciones. Randi mismo ha tenido una carrera muy impresionante como mago. Entre otros logros, batió el record de escapismo de Houdini, liberándose de un féretro sumergido en una piscina después de transcurridos más de cien minutos. Pero hay otro tipo de engaños, cuyo propósito es estafar a la gente. Estos son los que Randi combate.

-¿Y lo hace con *magia*?

-No. Lo hace con *ciencia*, empleando el *método científico*, la *mejor forma de eliminar malas ideas*, como decía Marcos Moshinsky (ver nota [1] al final del artículo). Sus conocimientos de mago simplemente le ayudan a identificar rápidamente los trucos a desenmascarar.

-¿Y cómo usa la ciencia?

-Observando cuidadosamente, realizando pruebas controladas, haciendo experimentos *doble ciego*...

-¿Doble ciego? ¿Viendo menos que nada?

-No, mejor te lo explico con un ejemplo. Imagina



Confiar ciegamente en estos detectores puede ocupar a los agentes en nimiedades y distraerlos de la búsqueda de sustancias o explosivos importantes.

que te lastimas un dedo jugando *voleibol*. Un *sanador* te coloca un anillo imantado y una semana después tu dedo ha sanado y el dolor ha desaparecido. ¿Qué podrías concluir de ello?

-Que el magnetismo es terapéutico.

-No. El anillo magnético podría no haber jugado ningún papel. Todos los días hay gente que se lastima y sana sin ayuda alguna. Para saber si el campo magnético sirve necesitaríamos repetir la experiencia muchas veces y hacer estadística con los resultados.

-Yo no estaría dispuesto a lastimarme repetidas veces para hacer estadística.

-Claro, pero un médico tiene acceso a muchos pacientes, y hay muchos médicos. Imagina que se consigue un grupo numeroso de pacientes con dedos lastimados y que a la mitad de ellos se les coloca imanes y a la otra mitad no. A la semana han sanado un número determinado, que llamaremos P , de miembros del *primer* grupo y S miembros del *segundo* grupo. ¿Qué demostraría que P fuese mayor que S ?

-Ahora sí, que los anillos magnéticos curan.

-No. Todavía no. El primer grupo pudo haber sanado más rápido por sentir que su dolencia fue atendida y por su confianza en el tratamiento, mientras que la mejoría entre los pacientes del segundo grupo pudo haberse retrasado por la decepción de no haber recibido cuidado alguno. Quizás los miembros del primer grupo hubieran sanado igual con cualquier otro tratamiento o incluso con un tratamiento falso. Éste es el conocido *efecto placebo*. Sería importante demostrar que el tratamiento es mejor que la administración de meros placebos. Para que el experimento sirva, se le tendría que poner un anillo similar a *todos* los pacientes, de los cuales sólo la mitad estuvieran magnetizados y la otra mitad no. El paciente no

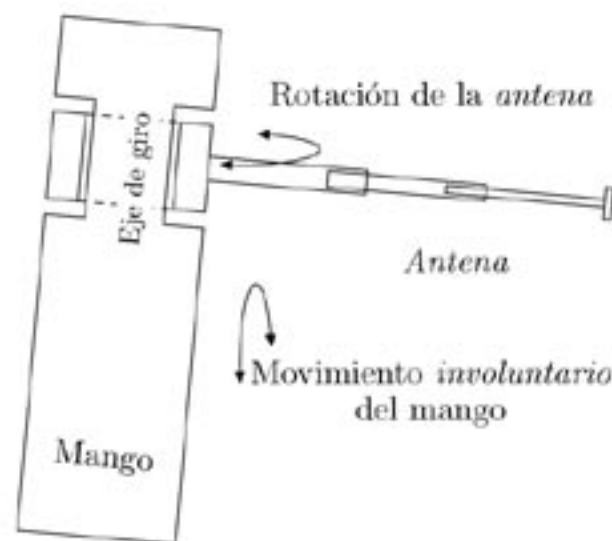


Diagrama esquemático del detector, mostrando un mango para sujetarlo y una antena libre de girar alrededor de un eje. Un movimiento imperceptible del mango desviándolo de la orientación vertical puede producir una gran rotación de la antena, como si una fuerza misteriosa actuara sobre ella, aunque no sea más que la fuerza de gravedad gracias a la cual la antena busca la orientación en que su centro de gravedad se halle lo más bajo posible.



Miembro de las fuerzas armadas de Tailandia empleando un detector molecular GT200.

debería saber qué clase de anillo le tocó. En este sentido, el experimento debe ser *ciego*.

-Si P es mayor que S , ahora sí sabríamos que el magnetismo es benéfico.

-Aún no del todo. Podría ser que el médico se mostrara más alegre y le comunicara su confianza a los pacientes del primer grupo. Además, al registrar los resultados podría manipularlos e ignorar pequeñas dolencias en los miembros del primer grupo y pequeñas mejorías en los del segundo grupo.

-¡Eso sería deshonesto!

-No necesariamente. El médico podría favorecer los resultados del primer grupo inconscientemente, motivado por el deseo de que el tratamiento funcione. Para evitar esto, requeriríamos que el médico que vaya a distribuir los anillos y realizar las observaciones *no sepa* cuáles son magnéticos y cuáles no. La prueba debe ser *doble ciego*.

-Pero si nadie sabe *nada* sobre los anillos, ¿cómo podremos averiguar si los anillos magnéticos funcionaron?

-Claro, *alguien* debe saber *algo* de los anillos. Un participante en el experimento podría inscribir un número al azar en cada anillo y anotar qué números corresponden a qué tipo de anillo, pero sin informar al médico ni a los pacientes sino hasta *después* de haberse registrado los resultados.

-Ahora sí, ¿si P es mayor que S habremos demostrado las propiedades curativas de los imanes?

-Ya casi. Necesitaríamos que la diferencia sea suficientemente grande para ser *estadísticamente significativa*.

-Para ser ¿qué?

-Diferencias pequeñas podrían deberse al azar. Por ejemplo, si tiras cien volados honestos deberías obtener alrededor de cincuenta *soles*. No sería sorprendente que salieran cincuenta y cinco, ¡pero si obtuvieses más de ochenta, yo podría sacar ciertas conclusiones estadísticamente significativas sobre tu poca honorabilidad...!

-Y, de acuerdo a pruebas científicas doble-ciego estadísticamente significativas, ¿los imanes sirven?

-El tema es controversial, pero *no* hay evidencia a

su favor que haya aparecido en revistas científicas de buena reputación.*

-Lástima, pero lo bueno es que esos tratamientos no causan daño...

-El problema de los tratamientos pseudo-médicos es la fortuna que algunos charlatanes extraen de la población incauta y crédula y, sobre todo, los riesgos que corre su salud por retrasar el inicio de tratamientos médicos adecuados.

-Y, ¿a esto se dedica el mago Randi?

-Entre muchas otras cosas. Además de hablarnos sobre terapias magnéticas, en su charla del *March Meeting* nos contó sobre la *memoria del agua*, la homeopatía y los polígrafos, pero la historia que te quiero contar es sobre un *detector*.

-¿Detector de qué?

-De lo que quieras, marihuana, heroína, cocaína. Una especie de pistolita con una antena giratoria que le señala a su usuario la presencia y localización de la sustancia ilegal que busca.

-¡Suenan fantástico! Y ¿cómo funciona?

-Aquí empieza lo divertido. Consiguieron una de estas pistolas y la cortaron en múltiples secciones y ¿sabes qué hallaron adentro?

-¿Qué?

-Nada, absolutamente nada, ningún mecanismo, ninguna bobina, ningún transistor, ninguna fuente de energía...

-Y ¿entonces?

-Los fabricantes alegaron que el funcionamiento era un secreto propiedad de la empresa y basado en ciencia avanzada. El que otros no hubiesen reconocido su mecanismo se debía a su falta de conocimientos modernos. Desde luego, no debían esperar hallar bobinas y otras componentes convencionales en su interior. Y en cuanto a la fuente de energía, empleaba la *energía electrostática* del usuario, de la cual se cargaba con su respiración. La misma energía que produce chispas en tu cabello cuando lo peinas en días muy secos.

-Y el detector ¿cómo sabe qué sustancia detectar?

-Supuestamente la pistola era sensible a ciertas vibraciones específicas de cada molécula.

-Y qué, ¿no es posible identificar una molécula por su forma de vibrar?

-Sí, eso es lo que hacen los *espectroscopistas*. Las vibraciones electrónicas de una molécula suelen producir luz *ultravioleta* de frecuencias características.



Si quien aplica la prueba (el soldado en la caricatura) y el usuario del detector (el hombre sentado) supieran a priori donde está el explosivo (lado izquierdo del dibujo), el éxito de la prueba no diría nada de la eficacia del detector, pues éste podría ser manipulado conciente o inconcientemente para obtener el resultado esperado. Si el usuario no supiera, pero el soldado sí (lado derecho), tampoco podríamos concluir nada, pues el soldado podría soplarle el resultado al usuario. Para que la prueba sea útil, debe ser doble ciego (centro), donde ninguno de los dos sabe en qué caja está escondida la granada. Pruebas doble ciego han demostrado que estos detectores son inútiles.

* Ver artículo de R. Arredondo en la página 36.

Sus vibraciones atómicas producen luz *infrarroja* y sus rotaciones producen microondas. Pero los equipos para detectar esas vibraciones suelen ser grandes y complejos, no portátiles. Además, para identificar una molécula se requiere comparar los colores de la luz que emite, es decir, sus *líneas espectrales*, con grandes bases de datos, lo cual a la fecha requiere computadoras y mucho trabajo. No se encontró ninguna computadora dentro de estas pistolitas.

-Y entonces, ¿dónde guardaban la información?

-En unas pequeñas tarjetas. De hecho el cliente podía comprar cajas con juegos de tarjetas intercambiables, una para cada sustancia. También había *chips* para detectar rifles, bombas, y hasta ladrones e inmigrantes ilegales.

-Y los chips ¿en qué consistían?

-Afortunadamente se pudo averiguar cómo se hacían, pues se vendía una máquina para fabricarlos. Así descubrieron que ésta no era más que una fotocopiadora y una laminadora integrada. Para detectar marihuana se sacaba una fotocopia de una matita, en una segunda pasada se *velaba* la copia hasta que el papel quedara totalmente ennegrecido. Finalmente se laminaba entre dos chapas delgadas.

-¿Y para detectar inmigrantes ilegales?

-Bastaba con copiar la foto de algún mexicano (estábamos en Estados Unidos). Gracias a estos chips, la pistolita se añadió al arsenal de la patrulla fronteriza; ya antes estaba en uso en las policías de algunas ciudades del sudoeste de EUA.

-Y el mago Randi...

-...diseñó y aplicó un conjunto de pruebas que demostraron que la pistolita *no servía para nada*.

-Qué, ¿nunca hallaron una sustancia prohibida con el detector?

-Sí, pero es el mismo caso que el de muchos que se han curado usando anillos magnéticos. No es imposible que si un policía entrenado sospecha que hay marihuana escondida en cierto coche, quizás por los ojos inyectados del automovilista, el detector lo confirme dando una lectura positiva. Pero en ese caso no sabríamos si el detector fue manipulado por su operador, quizás inconscientemente, o si en realidad funcionó espontáneamente proporcionando evidencia de la presencia de droga.

-Entonces ¿cómo supo Randi que la pistolita era inútil?

-Haciendo pruebas *doble ciego*. Por ejemplo, imagina que el señor X coloca marihuana en uno de dos recipientes cerrados dejando el otro vacío sin que nadie lo vea y sin decirle a nadie cual recipiente escogió. Otro señor Y coloca ambos en un cuarto y el señor Z, operador experto de la pistolita, intenta identificar cuál de los dos recipientes esconde la droga. En este tipo de situaciones, la probabilidad de tener éxito resultó igual que la de fracasar, esto es, igual que si Z tomara su decisión echando un volado, totalmente al azar.

-Y entonces ¿qué pasó?

-El mago Randi ofreció darle un millón de dólares al dueño de la compañía si lograra demostrar la eficacia de su detector, reto que fue ignorado. Eventualmente, el Buró Federal de Investigaciones (FBI) pidió al laboratorio nacional norteamericano, los *Sandia Labs*, dependientes del Departamento de Energía, que hiciera sus propias pruebas, obteniéndose los mismos resultados negativos. En consecuencia, el gobierno de Estados Unidos *recomendó* a todas sus corporaciones policiacas devolver los detectores que hubiesen adquirido y a desechar toda la supuesta evidencia basada en los resultados del detector. También prohibió la venta de dichas pistolas, excepto en tiendas de regalos y curiosidades como *detector de pelotas de golf*. La compañía tuvo que devolver los aproximadamente *mil dólares que cobraron por cada una*.

-Y ¿por qué recuerdas esa historia hoy, once años después?

-Para mí, la historia hubiera acabado ahí, como una mera curiosidad, de no ser por una lista de distribución de noticias sobre política científica titulada *What's New*, escrita por el físico Bob Park de la Universidad de Maryland, ex-presidente de la Sociedad Americana de Física. El 19 de marzo pasado recibí una nota anunciando (ver nota [2]) *un fraude en contra del gobierno de México por más de 10 millones de dólares*.

-¿Cuál fraude?

-Le vendieron al ejército mexicano más de quinientas pistolitas similares a la que nos había descrito el mago Randi, a más o menos *veinte mil dólares* cada una. Resulta que después de prohibida su fabricación y venta en Estados Unidos, el negocio



Cuando sabemos de antemano donde hallarla y por lo tanto no necesitamos al detector molecular, ésta la detecta muy bien.

de estos *detectores* simplemente se trasladó a la Gran Bretaña donde siguieron fabricándose con otro nombre.

-¡Embaucaron al ejército! Pero, ¿no se dieron cuenta que era un engaño?

-Aparentemente no. Si consultas los encabezados de varios de nuestros periódicos (ver nota [3]), nuestro ejército anunció con mucho optimismo la adquisición de su *nueva arma secreta*, ante la cual los maleantes temblarían de miedo.

-Qué ¿nuestras fuerzas armadas no tienen gente preparada con conocimientos científicos?

-Seguramente sí, pero éste no es un problema de *conocimientos* sino de *actitud* científica, de tener criterios para distinguir una comprobación científica de una hábil pero falaz demostración de ventas (ver nota [4]). Lo que falta en nuestro país es una *cultura* científica (ver nota [5]). Tenemos Academias científicas nacionales (ver nota [6]) y estatales (ver nota [7]) y la Presidencia de la República tiene un *Consejo Consultivo de Ciencias* (ver nota [8]). Estas instituciones podrían haber asesorado al gobierno, pero desafortunadamente, rara vez son consultadas.

-Y ¿nadie ha denunciado este fraude?

-La *BBC de Londres* dedicó un programa especial

(ver nota [9]) de su serie *Nightline* a denunciar las muertes en Irak debido al estallido de bombas que no fueron detectadas por confiar en este tipo de detectores.

-¿En Irak? ¿Desde cuando está allá el ejército mexicano?

-No, no era el ejército mexicano. Estos detectores han sido vendidos a ejércitos de Irak y Tailandia entre otros, además del mexicano. Pero, como dice el dicho, *mal de muchos...* Después de esta denuncia, el gobierno de la Gran Bretaña *prohibió* (ver nota [10]) la exportación de estos detectores a Irak y Afganistán, donde *pondría en peligro vidas inglesas*.

-Y a nosotros...

-También *alertó* a los otros gobiernos involucrados (ver nota [11]), incluyendo al nuestro. Sin embargo, ello no ha impedido que nosotros sigamos comprando y empleando esos detectores, los cuales ya han sido vistos en Cuernavaca.

Esta historia muestra que *echarle muchas ganas* y abundantes recursos financieros no basta; proteger nuestra Seguridad Nacional requiere de mucha inteligencia y preparación. *Si la ciencia nos parece cara, ¡mira lo que nos cuesta la ignorancia!* (ver nota [12]).



Si de antemano no sabemos donde está, el detector es tan bueno para encontrarla como adivinar al azar.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a Mauricio Schwarz y a Andrés Tonini su nota sobre este tema poco antes de que recibiera la noticia vía *What's New*. Las pistolitas referidas arriba se conocen como detectores moleculares y hay varias marcas y modelos: *Sniffex*, *Quadro Tracker*, *GT200*, *ADE651*, *Mole* ... Hay varios videos mostrándolas en acción [ver nota 13] y explicando [ver nota 14] su funcionamiento. Ha habido algunos intentos en México de llamar la atención sobre este fraude, en particular por el popularizador de la ciencia Martín Bonfil [ver nota 14] y por el escéptico Andrés Tonini [ver nota 15].

Agradezco a Juan García las caricaturas que acompañan a este artículo.

Este artículo fue inadvertidamente apoyado por un donativo para realizar investigación de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, a través del proyecto IN120909.

NOTAS:

[1] Frase atribuida al Dr. Marcos Moshinsky (1921-2009), pionero de la física mexicana. Una interesante reseña sobre su pensamiento y su vida se halla en el artículo de Thomas Seligman, *Marcos Moshinsky: La medida de la seriedad científica* publicado en *La Unión de Morelos* el 25 de mayo de 2009, el cual también se publica en este volumen (p. 159) y puede obtenerse en la dirección electrónica [http://www.acmor.org.mx/descargas/09_mayo_25_moshinsky.pdf]

[2] Bob Park, *What's New*, marzo 19, 2010, [http://bobpark.physics.umd.edu/WN10/wn031910.html], y junio 11, [http://bobpark.physics.umd.edu/WN10/wn061110.html].

[3] Vea por ejemplo la nota *Nueva arma de Sedena pone a temblar al narco* publicada en el diario *Excelsior* el 2 de octubre de 2008. Muchas otras noticias sobre los éxitos de este detector se hallan resumidas en [http://www.segtec.com.mx/WEB-SEGTEC-new-GT-200-Noticias-xAnO.html]

[4] Puede consultar la página de uno de los proveedores de estos detectores en México en [http://www.segtec.com.mx/WEB-SEGTEC-new-SOMS.html].

[5] Marcelino Cerejido, *Por qué no tenemos ciencia*, (Siglo XXI, 1997) ISBN 968232095X, 9789682320958.

[6] Página de la Academia Mexicana de Ciencias, [http://www.amc.mx/].

[7] Página de la Academia de Ciencias de Morelos, [http://www.acmor.org.mx/].

[8] Página del Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, [http://www.ccc.gob.mx/].

[9] Programa de la BBC denunciando el ADE651 y las muertes que ha provocado [http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/newsnight/8471187.stm].

[10] Noticia en la BBC sobre la prohibición de la exportación de estos dispositivos [http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/newsnight/8481774.stm] y anuncio del gobierno británico [http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/newsnight/8475875.stm].

[11] Noticia en el *New York Times* sobre la advertencia que el gobierno británico hizo al mexicano, [http://www.nytimes.com/2010/03/16/world/americas/16mexico.html].

[12] Parafraseando la frase atribuida a Derek Bok, educador y abogado, Presidente de la Universidad de Harvard de 1971 a 1990: *Si crees que la educación es cara, considera la ignorancia* [http://thinkexist.com/quotes/like/if_you_think_education_is_expensive-try/188916/]

[13] Ejemplo del GT200 en acción en México: [http://www.youtube.com/watch?v=ziLHQ4L43ew&feature=related].

[14] Explicación sobre el uso ([http://www.youtube.com/watch?v=BRqGyqZtc8g&feature=related]) y funcionamiento (no sin algo de ironía) de estos dispositivos ([http://www.youtube.com/watch?v=mM5h2GAV-bl]).

[15] Artículo de Martín Bonfil denunciando al GT200, *Narcoguerra... ¿con magia?* en el diario Milenio del 10 de marzo de 2010 [http://impreso.milenio.com/node/8732513] y entrevista en el programa *La Otra Agenda* conducido por Ana Paula Ordorica y Enrique Acevedo transmitida el viernes 2 de abril de 2010: [http://www.youtube.com/watch?v=b0x7t04qlrQ].

[16] Blog de Andrés Tonini: [http://lonjhoentradas.blogspot.com/2007/02/especial-el-fraude-del-gt200-en-mexico.html]

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 6 de septiembre de 2010, p. 34-36 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/10_sep_06_magia.pdf

La psicología de la ciencia

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Aquéllos de nosotros que trabajamos con matemáticas todos los días, solemos jugar con aplicar la lógica estricta a los asuntos cotidianos. Es un juego, porque la mayor parte de los asuntos cotidianos son bastante triviales, y generalmente no obedecen a la lógica, sino al sentido común. Intentaré explicar lo que entiendo por “sentido común” tomando como ejemplo el comportamiento de peatones y conductores en el tránsito cotidiano de Cuernavaca —o de alguna otra ciudad de este movido Tercer Mundo latino— comparándolo con lo que se practica en los muy ordenados países del norte de Europa. Aunque son muy distintos, cada uno refleja el sentido común de la gente de esa localidad, imbuido desde la infancia, sobre cuál es el comportamiento esperado de todos los demás actores, peatones y conductores, en aceras y cruces de calles, su tolerancia y sus límites reales. Determina lo que es decente y lo que es soez. El sentido común también permite y a la vez pone límites a la corrupción de las autoridades; acepta y da cauces legales a los enfrentamientos entre individuos; es referencia del racismo, del patriotismo, de la sexualidad y de la espiritualidad.

El “sentido común” se desarrolla por consenso y por imitación, así como se adquieren todas las habilidades tácitas de la interacción social y del trabajo diario: imitación del comportamiento e interacción entre padres y parientes, amigos y enemigos, pobres y ricos, laicos y sacerdotes, ciudadanos y autoridades. Es la cultura social que caracteriza cada comunidad y cada época. Basta comparar el sentido común de los pobladores de la Europa medieval, vasallos de un Señor en lo material y sujetos a un Obispo en lo espiritual, con los europeos actuales, liberales, relativamente cultos y muy hedonistas. Este sentido común en muchas de sus variantes también lo tienen nuestros primos hermanos, los primates superiores. Entre pandillas de chimpancés, gorilas y bonobos, y parejas de orangutanes, tienen vigencia reglas sociales de jerarquía y de familia, contrapartes y acaso parodias de formas humanas de organización. Los medios masivos de comunicación, la radio y la televisión comercial en especial, hoy moldean el sentido común hacia hábitos de cada vez mayor consumo y acumulación de riqueza, al nivel del mínimo común denominador cultural de la población.



Por consenso y por imitación “...Los medios masivos de comunicación, la radio y la televisión comercial en especial, hoy moldean el sentido común hacia hábitos de cada vez mayor consumo y acumulación de riqueza...”.

El razonamiento no es natural en especies distintas de la humana. Éste se reconoce —en un principio— por la habilidad de sus individuos para preparar un conjunto de herramientas que serán usadas en situaciones previstas, como elaborar cuerdas para hacer una red para pescar, o curtir cueros para abrigarse el próximo invierno. Si el instrumento o táctica es útil, será imitada y con el tiempo pasará a ser parte del sentido común de esa comunidad. Así ocurrió con las habilidades técnicas que se usan y transmiten de generación en generación en la agricultura, la escritura, y las formas de cultura y arte de la civilización.

El razonamiento científico es aún menos extendido que la habilidad técnica entre las civilizaciones. Entre los sumerios, hoy sabemos de tablas de soluciones numéricas a polinomios cúbicos, pero su conocimiento no trascendió; tampoco el cero de los mayas. Los antiguos egipcios, espléndidos constructores, nunca se explicaron porqué el Nilo crecía cada año; lo atribuían a la voluntad periódica de uno de sus dioses. La flama del pensamiento abstracto que sí prendió fue el de



Euclides.

la filosofía natural griega; la lógica matemática de la geometría de Euclides destaca como una nueva forma de razonar. Esta flama es muy frágil y se apaga fácilmente con los vientos de la guerra y de la religión; tuvo que ser resguardada en Alejandría y después en Bagdad, y fortalecerse con la aritmética india, antes de arder en unas cuantas ciudades de la Europa del Renacimiento, hasta extenderse con sus imperios para finalmente incendiar todo el mundo.

Existen muchos intentos —fallidos en mi opinión— de agregar o mezclar el razonamiento estricto con el sentido común. La dialéctica entre el cerebro y el corazón —Rabi Akiva y Rabi Hilel— en el *Talmud* (compilado en Mesopotamia, siglo VII) es ciertamente brillante, pero versa sobre la ética y la naturaleza humana sin ofrecer experimentos que distingan entre las conclusiones que den la razón a uno, al otro, o a ninguno. Otro tanto sucede en la *Summa Contra Gentiles* (Italia, siglo XIII) del doctor angélico, Tomás de Aquino; su maestría en silogística nadie la discute, pero ¿y sus hipótesis? En descargo del fundamentalismo ilustrado, debo decir que en las religiones de Oriente, especialmente en la práctica Zen, se busca eliminar cualquier intento de razón, permitiendo a la sola intuición conocer el Satori, Samadhi, Nirvana, —o como se llamen las teofanías. Observamos pues, que además de buena habilidad para razonar, hace falta escoger bien los problemas sobre los cuales se trabaja: entender porqué las órbitas de los planetas son elipses, porqué las brújulas apuntan al norte, porqué el cielo es azul, y porqué en un triángulo recto la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa.

La era industrial comenzó con el uso de la máquina de vapor hace escasos doscientos años, sirviéndose bien con la nueva termodinámica, la química analítica, y las ecuaciones diferenciales. Hace poco más de cien años se accedió a la comunicación distante y al transporte en gran escala con abundante energía fósil, que cambiaron para siempre la vida y el paisaje de las ciudades, los puertos y las campiñas. Aún más importante, se entendió como manejar las energías del átomo y del núcleo y se ubicó nuestro lugar en el universo. En curso tenemos la explosión informática que está creando un nuevo orden social, una “sociedad del conocimiento”, cuyas formas apenas se perfilan. Así, vemos que la humanidad en efecto se ha servido bien de lo que ahora llamamos genéricamente “ciencia”; ser científico significa aprenderla, crearla, usarla, mantenerla, y comunicar sus resultados. Requiere también de oportunas intuiciones e imaginación, atemperadas por la disposición de abandonar hipótesis cuyas predicciones no concuerden con los resultados experimentales.

Posiblemente esté errado, pero me parece que la facilidad para manejar conceptos matemáticos, representados taquigráficamente mediante fórmulas, no está igualmente repartido en toda la población; como no lo está el talento para la música, la



filantropía, la medicina, los negocios, el ajedrez, los líos legales, la política, o el crimen organizado. ¿Qué hace que una expresión que yo escribo para contar el número de combinaciones de parejas entre N personas, resulte poco menos que un ícono sagrado para un estudiante doctoral de psicología? Por otra parte, yo me siento anonadado cuando leo alguna descripción rigurosa (en sentido humanístico) de una comunidad, pueblo o sociedad, escrita por psicólogos sociales. Y más cuando la comunidad estudiada es la de los propios científicos, con sus reglas de ética, primacía y referencia, sus hábitos de comunicación personal y profesional, su escaso papel en el entorno nacional para planear inteligentemente la estrategia energética del país, y el renuente impacto de sus recomendaciones para adaptarnos al calentamiento global de las próximas décadas y siglos.

La psicología de la ciencia es un campo relativamente nuevo de las humanidades. Estudia tópicos como la creatividad y el desarrollo del razonamiento científico en niños, adolescentes, adultos y científicos; la identificación de talentos (hago referencia al proyecto PAUTA*, de la Academia Mexicana de Ciencias); el análisis psico-biográfico de inventores y científicos eminentes; la formación y desarrollo de grupos de investigadores; la colaboración y la competencia científica; las tácticas y estrategias de la comunicación; los factores psicológicos que favorecen o impiden la aceptación de un nuevo

paradigma; los mecanismos mentales involucrados en aprender a razonar, y varios otros aspectos de las actividades que practicamos a diario en nuestro trabajo sin pensarlo mucho. El objeto de estudio de la psicología de la ciencia es distinto al que tienen los filósofos, historiadores y cientómetras, quienes también se han ocupado ampliamente de ella; los psicólogos sociales se refieren a la interacción entre los individuos con su comunidad académica, sus reglas para aceptar nuevos miembros y los ritos de paso entre sus niveles, su estricta ética pero también las habilidades tácitas en el trato entre colegas y el reconocimiento de la jerarquía, y los hábitos de idioma**, lenguaje y sintaxis en sus comunicaciones.

Acaba de aparecer (2008) el primer número del *Journal of Psychology of Science and Technology*, editado por la Sociedad Internacional para la Psicología de la Ciencia y la Tecnología (registrada en Berlín, diciembre de 2006) y distribuido por Springer Verlag. Entre los miembros fundadores de esta Sociedad está la Dra. Sofía Liberman (Facultad de Psicología, UNAM), a cuyo trabajo ya me he referido en esta columna [KB Wolf, *¿Cómo se comunican los científicos?*, La Unión de Morelos, 04/02/08, p. 29], y quien es Editora Asociada de esta revista. Ella y su ex alumno Javier Zavala convocaron al primer Coloquio Internacional sobre Psicología de la Ciencia en la Universidad de Zacatecas, en septiembre de 2006, donde entre los participantes cuajó la idea de formar una asociación profesional y una revista para dar existencia y visibilidad al nuevo campo representado por estos investigadores. Habiendo sido colaborador en algunos de sus trabajos, la Dra. Liberman me invitó a asistir al Coloquio. Durante las conferencias y después, en discusiones sobre tazas de café y dedalitos de tequila, una y otra vez saltó el tema de la diferencia en la forma de fundamentar y articular el pensamiento en las ciencias exactas (yo soy físico-matemático), en las humanidades (todos mis interlocutores), y en el mundo del sentido común (que todos compartimos). Es un problema abierto y no me atrevo a hablar más sobre él ni ofrecer una conclusión; en su lugar referiré que alguien entre los participantes de la reunión de Zacatecas me hizo la inevitable pregunta: “¿Qué hace un físico en esta reunión?”; sin inmutarme, contesté: “¿Yo? ...estudio psicólogos”.

* Ver artículo de L. Serrano y J. Paul Wright en este mismo volumen en la página 91.

** Ver artículo del mismo autor, incluido en este mismo volumen en la página 47.

Credulidad y conocimiento

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

A finales del siglo XVI, Giordano Bruno publicó varios escritos en los que —entre otras afirmaciones de corte metafísico y hermético—, proclamaba al Sol como centro del universo. Para aquél entonces la iglesia de Roma ya aceptaba que la Tierra fuese esférica, pero los escritos de Bruno tenían propósitos místicos ulteriores que el Santo Oficio condenó por heréticos. Como Bruno no aceptó abjurar de sus convicciones, no hubo más remedio que quemarlo en la hoguera —el 17 de febrero de 1600. En las décadas siguientes, Galileo Galilei, basado en las observaciones hechas con su telescopio mejorado, asignó también al Sol el sitio central del sistema planetario en sus libros, entre ellos su famosa controversia en el *Diálogo sobre los principales sistemas del mundo*. Traído también ante el Santo Oficio en 1633, bajo un jurado presidido por Roberto Belarmino, el mismo que había condenado a Bruno, decidió en cambio abjurar y desligarse pública y solemnemente de sus afirmaciones. ¿Por qué lo hizo? Ambos evidentemente apreciaban su propia vida, pero mientras Bruno creía en sus afirmaciones, Galilei sabía que su abjuro no cambiaría la verdad. Aunque bajo el permiso del papa Benedicto XIV los libros de Galilei sobre el heliocentrismo fueron retirados del



Galileo Galilei (1564-1642). Científico y filósofo italiano. Sostuvo que el Sol es el centro del sistema planetario con base en sus observaciones astronómicas; abjuró de esta tesis bajo presión del Santo Oficio. Recientemente ha sido rehabilitado.



Index Librorum Prohibitorum en 1757, y en 1981 Juan Pablo II reconoció los errores en el juicio de 1633, las polémicas entre convicciones de fe y conclusiones sustentadas en observaciones científicas no han sido resueltas del todo. Reaparecen en otros ámbitos, religiones y asuntos. Entre las disputas recientes figura prominentemente la teoría de la evolución propuesta por Charles Darwin a mediados del siglo XIX —hace apenas 150 años.

Parecerá extraño para los lectores en México que todavía alguien dispute que la especie *Homo sapiens* tenga ancestros comunes con otros primates, pero en los Estados Unidos la enseñanza de esta explicación biológica en las escuelas ha sido manzana de discordia recurrente entre educadores y grupos fundamentalistas, quienes han insistido ante las cortes que otras explicaciones de origen bíblico sean presentadas como alternativas.

Usé arriba la palabra “extraño” porque en México —y la mayor parte del mundo civilizado— esta controversia ha sido superada. El doctor Antonio Lazcano, eminente biofísico (y antiguo compañero mío de la Facultad de Ciencias) lo ha explicado haciendo notar que mientras las posiciones que toma la iglesia católica en asuntos de ciencia provienen del consenso en comités de eruditos, los pastores de muchas iglesias fundamentalistas norteamericanas no son requeridos de tener —y varios ni tienen— educación superior alguna. Y como claramente el Génesis dice



Giordano Bruno (1548-1600). Religioso, filósofo y poeta italiano. Fue quemado en la hoguera por sostener que el Sol es centro del universo con base en creencias consideradas heréticas.

que Dios creó al hombre a su imagen y semejanza un viernes hace 5770 años, cualquier esquema distinto debe estar equivocado. Por supuesto, no esperamos que en México los niños tengan que aprender en la escuela el cuento de Adán y Eva, el relato de los cuatro soles en el Popol Vuh, la épica de Väinämöinen en el Káalevala finlandés, el mito sumerio/hebreo de Guilgamesh/Noé del diluvio universal, o las varias interpretaciones sobre Ishwara en la literatura védica de la India, junto con la teoría de la evolución. De éstas nos hemos salvado. No sólo de pan vive el hombre, sino del conocimiento científico y, como postre, del arte filosófico y estético. Yo pienso que es necesario leer y conocer la literatura sagrada, pues es la poesía de las civilizaciones. Durante mis años de posgrado en Israel y en varias excursiones de mochila al oriente y al sur, tuve la oportunidad de tratar más de cerca muchos credos. No me refiero solamente a las tres religiones abrahámicas –judaísmo, cristianismo e

islam, con sus muchas ramas, sectas y comunidades– cuya concepción del universo es esencialmente la misma: un Creador, distinto y superior a todas las criaturas. Acaso más antiguas y profundas son las cosmovisiones de la India, donde Él sueña ser cada uno de nosotros, como olas del mismo océano.

En verano de 1970 asistí a una Escuela de Verano en física que tuvo lugar en una mansión en Varenna, a orillas del lago de Como, Italia, donde conocí al profesor David Bohm, muy reconocido científico y pensador eminente. En una de nuestras conversaciones, dado que yo iba camino a Katmandú, le lancé una pregunta aparentemente sencilla: ¿Cuál es –en una palabra– la diferencia entre los sistemas filosóficos de occidente y de oriente? El profesor Bohm atrapó la pregunta y me la devolvió en un tiro que golpeó mi entendimiento. La palabra es “maya”, una de esas raíces indo-europeas que ha resistido los milenios que separan al sánscrito de los diversos idiomas europeos. En castellano esta raíz nos ha llegado con el significado de “medida”, “métrica” y “moderación” –aquello que tiene origen y escala, algo sujeto a comprobación objetiva independiente del observador. En la interpretación hindú, en cambio, “maya” significa ilusión: lo que tomamos como real en el plano de conciencia ordinaria –la Sangsara– pero que reconocemos como ilusión al ascender a un plano de conciencia superior –la Turia– ya sea mediante ejercicios espirituales o al término de la vida natural. Así, mientras que en occidente Dios es el supremo creador, en oriente es el supremo y único soñador.

Como la poesía misma, la religión no tiene propósito más allá que tratar de dar algún sentido al paréntesis de existencia entre el nacimiento y la muerte. Soy escéptico de cualquier otra interpretación de esta poesía, ya sea ligada a los lugares y fechas especificadas en el Génesis, a la intrincada estructura que sucesivos Padres de la iglesia han postulado sobre ángeles, santos, hombres y demonios, o a los imperativos sociales que dicta el Santo Corán, por ejemplo, sobre las mujeres. La única tierra firme que yo veo en este mar de especulación son las ciencias naturales, las rocas donde sí se puede aspirar a construir algo universal.

Y sin embargo, necesitamos de la poesía que nos da la literatura sagrada, con el proviso rabínico de que los mandatos de la religión son para vivir en este mundo, no para el putativo más allá del Estigio, de donde nadie ha regresado para contarnos lo que acontece. En otras palabras, trabajar y vivir como si Dios realmente existiera.

Arte, Ciencia y lo Paranormal: Reporte de un físico desde el frente

Alejandro Frank

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos A. C.

La otra noche fui a la celebración del cumpleaños 80 de Margo Glantz, mi querida amiga escritora, recién homenajeada por su prodigiosa prosa, con quién comparto una interesante historia, digna de contarse en otra ocasión. Fui solo y me encontré con cerca de un centenar de personas, en su mayoría del área de las humanidades: escritores, literatos, poetas, artistas y filósofos, historiadores y diletantes; personajes renombrados, reconocidos y reconocibles, o tal vez aún aspirantes a la fama y a la gloria. Esto sucedía en el Salón Cardenal del Hotel Hilton en Avenida Juárez, en pleno Centro del DF, una fría noche de enero.

Tras de un rato de infructuosos intentos por mezclarme con naturalidad entre los invitados, aparentando ser un poeta más entre los bardos, e incluso portando una bufanda que según yo me hacía ver “literario”, logré entablar conversación con un arquitecto, cuya pareja estaba de pie junto a él. Sin preguntar por mi nombre o procedencia, o por los motivos de mi cara de ligera ansiedad, afirmó entonces que él, siendo escéptico por naturaleza, se convenció de la indudable existencia de lo sobrenatural porque su madre muerta se comunica con su novio (el del arquitecto), quién nos veía de reojo (el novio, no

la madre), dándole información e instrucciones precisas que sólo él (el arquitecto) podría conocer. Yo le pregunté si usualmente lo hace de viva voz o aprovechando las modernas ventajas del Internet, pero esto no le causó gracia. Tuve que cambiar de mesa. Titubeante, intenté entablar conversación con varios intelectuales más, sintiéndome, literalmente, fuera de contexto. Traté entonces de pasar a la defensiva y esperar en las márgenes del convivio, escuchar entre líneas, sonreír y no pronunciar palabra, lo que, sin embargo, no logró mejorar mi nivel de integración. Recordé, inevitablemente, una noche de baile en “La Palmera” hace algunos años, en que mi falta de pericia en la sincronización corporal a la música salsera me colocó en la incómoda posición de inadaptado social. Comprobé entonces lo acertado de la teoría darwinista de la no-supervivencia del menos apto.

Opté por colocarme entonces, estratégicamente, junto a una gruesa columna, escondite que me protegería del mar de intelectuales e, irónicamente, de mis crecientes sentimientos de marginación y exclusión. Por fortuna, resultó estar cerca del grupo de música de blues-tropicales que amenizaba la reunión. La cantante parecía gitana: era una morena, guapa y sensual aunque ligeramente sobreactuada. A medida que transcurría, la noche aumentaba el número y la intensidad de sus gestos y aspavientos, no exentos de atractivo, que yo observaba con interés científico..... ¡Eureka! pensé, éste es el camino a la salvación: la unión de “arte y ciencia”. Tal vez C.P. Snow pecaba de pesimista al hablar de dos culturas irreconciliables, la científica y la humanística. Continué pues mis observaciones: El músico de las maracas debía tener cerca de 100 años, junto a los 90 del de la batería. El pianista pronto me produjo un bienvenido efecto hipnótico, al acariciar el piano con auténtico placer. ¿Será que las matemáticas son la música y la poesía de la naturaleza? Por un momento pude olvidar mis tribulaciones y sumergirme en profundas cavilaciones: ¿Es la música capaz de unir a estas dos culturas? ¿Será más que una metáfora la famosa “música de las esferas”?

En un momento de distracción, sin embargo, se acercó a mí una agradable dama, que sin preámbulos me informó ser “vidente”, mientras intentaba convencerme del poder místico de los cristales. Me hizo sostener un traslúcido ejemplar colgado como péndulo de una cuerda y decirle (al cristal): “dame un





sí"... pero el vidrio tercamente se negó a moverse. El "dame un no", dirigido al obstinado prisma, sufrió el mismo estático destino. Debo confesar que, a estas alturas, en verdad quería complacerla (a la dama de los cristales, no a la cantante) y contribuir al "*detente*" (la distensión) entre civilizaciones. Ella (la dama vidente) insistía amablemente en que debía activar mi cerebro derecho... abrir mis "chacras" y permitir que mi energía magnética se manifestara.

Intenté explicarle que me ha sido imposible localizar mis chacras a pesar de años de minuciosa búsqueda, además de que padezco de un caso grave de escepticismo terminal involuntario que, aunque sazonado de un robusto eclecticismo, no me permite acceder cotidianamente, con la facilidad deseable, a la observación de fantasmas y espectros. Incluso, no me es fácil percibir o comunicarme con los (se dice)

omnipresentes ovnis, ni experimentar con plenitud las fuerzas magnéticas del espíritu (propio o ajeno). Por ejemplo, confesé algo consternado, resulta que al ver hace algunos años las impactantes imágenes de "esferas de fuego voladoras", interpretadas como una formación de ovnis y como prueba irrefutable de vida extraterrestre, en el divertido programa de variedades, conspiraciones y homrecitos verdes del ovniólogo Jaime Maussán, no pude evitar tener la sospecha de que existía una explicación natural, tal como demostró más tarde la investigación de la revista "Skeptic" (<http://www.skeptic.com/eskeptic/04-07-24>) y muchos otros estudios y testimonios. En realidad se trataba de imágenes aéreas de los pozos de Cantarell. Le comenté a la encantadora dama de los cristales que el escepticismo científico es a veces el aguafiestas de cierta inocente credibilidad, pero que también proporciona una crítica defensa ante la pseudociencia y la charlatanería, tan frecuentemente nocivas.

Atrapado, sin embargo, en aquél momentáneo sistema ecológico y en un intento más por satisfacer sus expectativas (las de mi mística amiga), cerré los ojos y casi recé por un milagro de movilidad con el testarudo colgante, pero todo fue infructuoso: éste se mantuvo en sus cinco.

Como último recurso y para salvaguardar mi cuestionada sensibilidad, decidí huir al otro lado del salón e intentar bailar, recurso desesperado en vista de mis tristes experiencias previas. Me acerqué entonces a charlar con mi contemporáneo, el de las maracas, cuyo último diente pereció hace varias décadas, pero que, sin embargo, sonreía sin cesar, con una encantadora y contagiosa sonrisa. Esto me hizo sentir esperanzado de haber encontrado, finalmente, un alma afín. Concluí que tal vez he perdido, como él, parte de mi integridad corporal y acaso solo me queda sonreír, como el gato de Cheshire. Terminé escapando, sonriente, por una salida lateral.

Ciencia y juego

Julia Tagüeña y Mariano López de Haro

Centro de Investigación en Energía, UNAM Campus, Morelos

Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

La investigación científica se parece mucho al juego de los niños. Hay un entusiasmo semejante y un deseo por entender las cosas. Todos los niños son investigadores natos, pero no siempre el espíritu de búsqueda es cultivado y muchas veces es incluso reprimido. Es muy común que las preguntas del niño o queden sin respuesta o se le diga que deje de preguntar. El mundo que nos rodea está lleno de misterios maravillosos que son enigmas que el ser humano siempre ha tratado de explicar. La investigación es también una solución de enigmas, es como resolver un crucigrama, pero la respuesta no está en la hoja que sigue del periódico. La ciencia permite entender la naturaleza, pero además, cuando los principios físicos han sido comprendidos, el hombre los utiliza en aplicaciones. Por ejemplo, los juguetes infantiles, tema que tocaremos en esta nota, son aplicaciones muy valiosas de nuestro conocimiento y sirven para que los niños desarrollen su imaginación y creatividad.

Las máquinas simples

En los orígenes del hombre todo el trabajo tenía que realizarse por fuerza muscular. Muy pronto, en las antiguas civilizaciones aparecen las máquinas simples: la polea, la palanca y el plano inclinado. El plano inclinado ya se usaba para subir las grandes piedras a las pirámides egipcias y un tornillo es como un plano inclinado enrollado. En el juguete “rehilete” los aros

resbalan por un plano inclinado (estrías) y giran. Si se hiciera el mismo juguete con una varilla lisa, los aros caerían directamente hacia abajo.

Por medio de una polea podemos cambiar la dirección de una fuerza, así en el juego del carrusel, cuando jalamos la cuerda ésta hace girar la varilla que detiene al carrusel. La misma idea está detrás de bailar un trompo, aunque los movimientos de este juguete son mucho más complicados: además de girar y trasladarse, el trompo “cabecea” hasta que por el rozamiento del aire termina por caer y detenerse. Es interesante hacer notar que el movimiento de la tierra es parecido al del trompo: gira sobre su eje, lo hace alrededor del sol y finalmente también cabecea, aunque de eso no es fácil percatarse.

Otra máquina sencilla que inventó el hombre hace mucho es la rueda. Cuando jalen un cochecito imagínense qué pasaría si las ruedas fueran cuadradas. Siempre que dos superficies se resbalan, una sobre la otra, hay una fricción que impide el movimiento, pero si una de las superficies es redonda, solamente hay un punto de contacto y la fricción disminuye al máximo. Es interesante saber que los pueblos de Mesoamérica antes de la llegada de los españoles no utilizaban la rueda para el transporte pero sí la conocían, y la usaban para los juguetes de los niños.

Los materiales

El hombre ha utilizado los materiales también desde sus orígenes. Algunos materiales, como la madera, nos los da la naturaleza directamente, pero la mayoría de los materiales son el producto de la imaginación y la experimentación humana. Por ejemplo, los recipientes de barro y de cerámica, son silicatos que han tenido que ser cocidos para adquirir esa textura. Todos sabemos por experiencia que una vasija no debe dejarse caer pues se romperá, mientras que un pedazo de madera no corre ese peligro al caerse. La paja es muy flexible y puede aplastarse, la madera no. La madera, los metales, la paja y el vidrio han sido usados por el hombre hace muchos años, pero sólo hasta el siglo XX se entendió que sus diferentes propiedades se deben a las características microscópicas de los átomos que forman la materia. No podemos ver a los átomos directamente con nuestros ojos, pero hay técnicas experimentales que nos permiten estudiarlos. En este mundo de dimensiones muy chiquitas pasan cosas fantásticas, pero ese es tema para otra historia. Hoy en día, además de los materiales tradicionales para hacer juguetes, se emplean plásticos y muchas nuevas aleaciones. Sin embargo, hay que estar muy atentos a los riesgos que representa la presencia en estos materiales de elementos peligrosos para la salud, como el plomo.



La casa en pequeño

Muchas veces en casa hay que decirle a los niños que tengan cuidado con el horno, con el anafre, con el calentador, ya que todos ellos por estar calientes pueden hacer que se quemen. En el anafre es mejor que se use leña o carbón y no otra sustancia. La señora que cuida el anafre lo abanica constantemente para que le llegue el aire. El aire (más bien un componente de él, que es el oxígeno) es fundamental para que haya fuego. Por eso, para apagar un fuego se cubre con un trapo, de preferencia húmedo para que no se prenda. Del mismo modo, la naturaleza química de la madera y el carbón los hace idóneos para una buena y duradera combustión. El hombre prehistórico aprendió a hacer fuego frotando pedazos de madera y el uso del fuego le permitió avanzar en el desarrollo de la tecnología de los metales. Por ello no es extraño que hayan aparecido leyendas como la de Prometeo o incluso la veneración a la figura de Quetzalcóatl por haber entregado el fuego a los pueblos mesoamericanos. Todo esto es importante saberlo, pero hay que recordar que no hay que jugar con fuego, aunque es divertido jugar haciendo como que los objetos están calientes, pero sin peligro.

El sonido

El sonido llega a nuestros oídos porque el aire te lo transmite vibrando. Esta vibración se va moviendo como una onda en un resorte: comprimiéndose y estirándose. Por ejemplo, cuando se bate un tambor, la cubierta vibra y esta vibración hace que se mueva el aire y finalmente llega al oído. Lo mismo se consigue haciendo vibrar la cuerda de la guitarra. En la cuerda también se forma una onda y sonará diferente según lo larga que sea. En la flauta también se consiguen diferentes sonidos cambiando el tamaño del tubo de



aire, cubriendo con los dedos las salidas. El sonido requiere de un medio, como el aire, para transmitirse y no lo hace en el vacío. Llega más rápido por la tierra y el agua que por el aire, por eso los apaches pegan el oído al suelo para saber si se acercan caballos. La versión infantil de los instrumentos musicales, cuyo uso puede acercar a los niños a los placeres de la música, también puede servir para interesarlos en la ciencia.

A manera de conclusión

Empezamos por mencionar la importancia de fomentar el carácter de investigadores que tienen los niños. Aun los juguetes más sencillos pueden servir para esta meta. En los juguetes intervienen expresiones tradicionales, estéticas y de conocimientos científicos. Sin duda, la ciencia es, junto con el arte, la más importante manifestación de la creatividad humana y por ello es fundamental que los niños se acerquen a ella lo antes posible.



La “Publicación”: un proceso fundamental en la investigación científica

Raúl Arredondo Peter

Laboratorio de Biofísica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C.

A diferencia de otras actividades del ser humano, la investigación científica goza de amplia aceptación y confianza por parte de la sociedad contemporánea. Es decir, la gente confía en el conocimiento que generan los científicos y en sus aplicaciones (aunque en algunos casos existe controversia, como es el caso de la energía nuclear y los organismos transgénicos). La razón de esto es que la investigación científica es una actividad rigurosa que no depende de opiniones o preferencias políticas o religiosas. Más bien, es una actividad que consiste en el proceso meticuloso de observación y experimentación, el cual permite a un investigador obtener datos para concluir sobre un objeto de estudio. Antes de que el conocimiento científico se dé a conocer al público en general es evaluado por editores de revistas y colegas científicos. Éste es un proceso estricto que se lleva a cabo cuando un investigador envía un manuscrito que describe sus descubrimientos, interpretaciones y conclusiones a una revista que publica artículos científicos. Esencialmente, la evaluación de un manuscrito consiste en verificar si el conocimiento que contiene es novedoso,

es decir, si genera conocimiento nuevo y no es la repetición de algo que ya se conoce, si se utilizaron las técnicas adecuadas para obtener los resultados, si la interpretación de los resultados es correcta, y si las conclusiones son acordes con los resultados. Cuando el editor recibe un manuscrito lo envía para evaluación al menos a dos revisores, que son expertos en el tema. Los revisores evalúan el manuscrito desde un punto de vista crítico y emiten su opinión, la cual dan a conocer al editor de la revista (que es un científico de reputación alta). Con base en estas opiniones, el editor toma una decisión e informa al investigador si su manuscrito es (i) rechazado, (ii) aceptado con modificaciones o (iii) aceptado sin cambios para publicación en la revista. Si el manuscrito es rechazado, en general, no existe la posibilidad de que se publique en esa revista. En este caso, el investigador tendrá que descartar la posibilidad de publicación o realizar modificaciones substanciales a su trabajo, como es repetir experimentos, para enviar una versión nueva del manuscrito a otra revista. Si el manuscrito es aceptado con modificaciones, el investigador deberá



Portada de las revistas científicas Science y Nature, correspondiente al 15 y 16 de febrero del 2001, respectivamente, cuando se publicó la secuencia del genoma humano. Reproducidas con autorización de los editores de las revistas y de los diseñadores de las portadas.

realizar los cambios que le solicitan los revisores y/o el editor. Estas modificaciones pueden ser sencillas, por ejemplo, mejorar la presentación de algunos resultados, o de mayor complejidad, como es modificar las conclusiones del trabajo; en ocasiones también se solicitan experimentos adicionales para fortalecer los resultados que se presentan en el manuscrito. Una vez que se realizaron los cambios, el investigador envía al editor la versión modificada del manuscrito para una segunda evaluación. El editor revisará esta versión y decidirá si las modificaciones son adecuadas, o si es necesario que los revisores evalúen nuevamente el manuscrito. Con base en esta evaluación el editor decidirá si acepta o no el manuscrito, y da a conocer al investigador su decisión final.

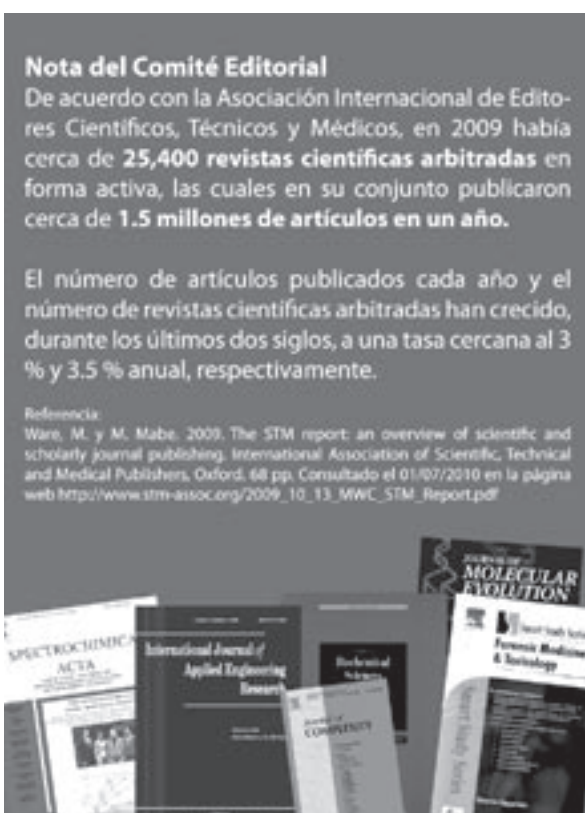
Este proceso complejo y riguroso es indispensable para la publicación del trabajo científico. Una vez que el manuscrito es aceptado para publicación, el editor lo turna a la revista para el proceso editorial. Finalmente, el artículo (es decir, el manuscrito aceptado) se publica en un número posterior de la revista, el cual se difunde ampliamente, por ejemplo, en las bibliotecas de las universidades, centros e institutos de investigación, subcripciones individuales de los investigadores y, recientemente, a través del internet. Así, el artículo de un investigador, que contiene sus descubrimientos, estará disponible para la comunidad científica y el público en general. Por lo tanto, la publicación es el medio mediante el cual se difunde el conocimiento científico. Por supuesto, también existen otros mecanismos para difundir el trabajo de investigación, como es la presentación de trabajos en reuniones o congresos científicos, seminarios, etc. Sin embargo, en estos casos el trabajo del investigador no tiene una difusión global y no es sometido a un análisis tan riguroso, como sucede en el caso de un artículo científico.

Aun cuando la evaluación del trabajo científico es rigurosa, existen diferentes niveles de exigencia entre las revistas científicas. Por supuesto, en ningún caso una revista publicará un artículo que no cumpla con los requisitos mínimos del trabajo científico (por ejemplo, el uso de métodos que permitan obtener resultados confiables y reproducibles por otros investigadores). Así, existen revistas multidisciplinarias (es decir, que incluyen diversas áreas de la ciencia) de muy alto prestigio, como son *Science* y *Nature* (ver figura), en donde se publican artículos que describen información “en la frontera del conocimiento”. En estas revistas se han publicado artículos de gran importancia, como es la descripción de la estructura del ADN (que es la abreviatura del ácido desoxirribonucleico) por Watson y Crick, la cual revolucionó la biología molecular. Otras revistas publican artículos “en la frontera del conocimiento de áreas específicas”, como son *Biochemistry*, *Plant Cell* y *Physical Review Letters*, y, finalmente, existe un gran número de revistas especializadas que publican artículos de relevancia porque dan a conocer la mayor parte de la investigación que se realiza en todo el mundo.

No obstante, a pesar de haber sido publicado, el proceso de evaluación de un trabajo de investigación es continuo ya que los artículos científicos son la base de investigaciones posteriores. De esta manera, si existen errores en un artículo (como pudieran ser datos o interpretaciones equivocadas)*, éstos saldrán a la luz cuando otros investigadores intenten reproducir el trabajo publicado, o cuando realicen experimentos que se deriven de dicho trabajo. En este caso se cuestiona la información que contiene la publicación y se somete a una revisión rigurosa, mediante trabajo experimental, hasta determinar si el contenido científico de la publicación es aceptable o no.

Actualmente las publicaciones sirven para evaluar la “productividad” de un investigador ya que miden su contribución en la generación de conocimiento. Además, el impacto que tiene un artículo científico se evalúa con base en el número de veces que es incluido en otras publicaciones, a lo que se conoce como el “número de citas de un artículo”. La publicación es el resultado de un proceso largo para generar conocimiento científico. Su longitud corresponde a unas cuantas páginas, alrededor de 5 a 10, en el contenido de las revistas científicas. A pesar de su tamaño reducido, la calidad de información que contiene es enorme, ya que corresponde al conocimiento que nos permite entender una parte del entorno que nos rodea y la manera en la que suceden los eventos en la Naturaleza.

* Ver un ejemplo en el artículo “Vacunas y Autismo: escándalo científico”, publicado en este volumen, p. 52.



Moneda de cambio del conocimiento científico

Sofía Liberman

Facultad de Psicología, UNAM

Estancia sabática en el Centro Internacional de Ciencias A.C., Cuernavaca, Morelos

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos

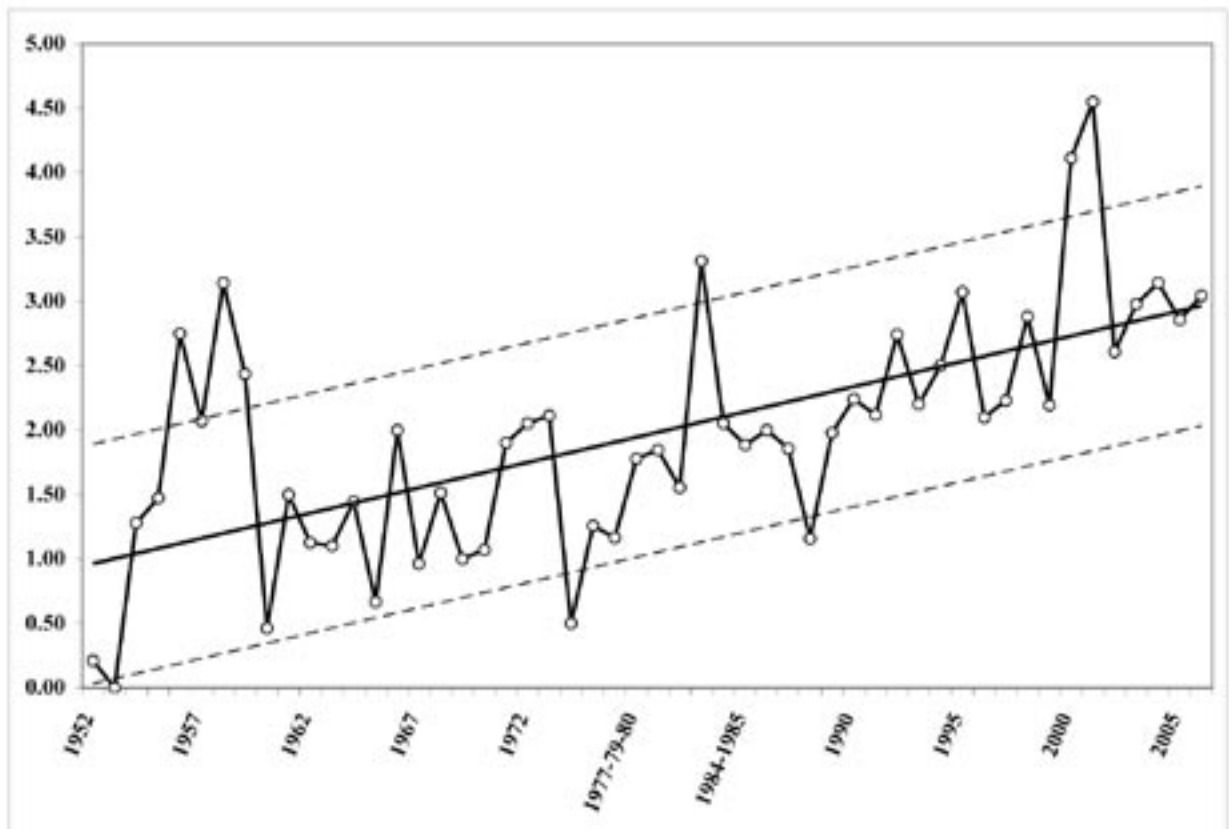
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

En este artículo tenemos el propósito de comentar con la sociedad algunos aspectos de la evaluación, contratación y promoción de los investigadores en ciencias exactas, así como sobre la ética profesional de nuestra comunidad.

Hace unas semanas se abrieron dos plazas de Investigador Titular “A” en el Instituto de Ciencias Físicas (ICF) de la UNAM en Cuernavaca. Con esta categoría de investigador generalmente comienzan su carrera los jóvenes después de obtener su doctorado y realizar una estancia postdoctoral de uno o dos años en una institución nacional o extranjera. Como miembro del Consejo Interno del ICF (que es la instancia colegiada en donde se discuten y en su caso se recomiendan las contrataciones de nuevos investigadores) a uno de nosotros (KBW) le tocó participar en la priorización de los diez candidatos

que se presentaron a la convocatoria –la primera en tres años. Las discusiones y argumentos que se vertieron conforman la pauta para este artículo, en el que abordaremos algunos de los criterios que se usan para evaluar el trabajo de los científicos: la calidad e impacto de su trabajo, su capacidad para formar parte de un equipo de investigación, y la ética esperada en su actividad, vistas desde la psicología de la ciencia.

Con base en los datos que aparecen en los currícula, se cuenta primordialmente el número de Artículos publicados en Revistas Internacionales Arbitradas (denotados como ARIAs), los cuales son escritos normalmente en compañía de coautores. Se llaman arbitradas, porque los artículos sometidos a la revista son enviados a investigadores del mismo campo para que los lean y valoren su contenido para aceptarlo, pedir modificaciones, o rechazarlo (ver referencia [1]).



Número promedio de coautores por autor (eje vertical) en artículos de la Revista Mexicana de Física por volumen (eje horizontal), desde 1952 hasta 2007. En 1977-1980 y 1984-1985 se publicó un solo volumen. La recta gruesa presenta el ajuste lineal y las líneas punteadas su desviación estándar (datos de la referencia [4]).

Se puede hacer una analogía entre el ARIA y el valor contenido en una moneda: el anverso nos informa que ese pequeño trozo de metal vale un peso, pero es el reverso –el que dice “Estados Unidos Mexicanos” alrededor del aguilita, lo que le imparte curso legal. Así, mientras que el título de un ARIA anuncia su valor por el problema que aborda, es su inclusión en una revista arbitrada de prestigio la que da validez curricular al escrito. Véase la referencia [2].

Hoy en día es posible consultar en línea –como se hizo durante la sesión del Consejo Interno– el número de artículos de un candidato, el número de coautores y –muy importante– el número de veces que cada trabajo ha sido citado en otros ARIAs. Estos datos están en el portal del *Institute for Scientific Information* (ISI) (véase referencia [3]), donde también se dan los “factores de impacto” (número promedio de citas por artículo) de las principales revistas científicas del mundo. La facilidad de acceso a estos datos los ha hecho cada vez más socorridos para evaluar candidatos y otorgar promociones. Así, se espera que un joven doctor en física tenga entre 10 y 20 artículos publicados, los cuales hayan recibido entre 100 y 200 citas. Es necesario aclarar que estos números varían mucho –hasta por un factor de diez– entre los distintos campos de la ciencia; en matemáticas se publica más pausadamente y con menos coautores, mientras que en biotecnología son substancialmente mayores. La productividad de los institutos también tiende a medirse con estos parámetros y esto se traduce en la asignación de recursos y plazas que reciben de su universidad o del estado. A finales del siglo pasado se presentaban orgullosamente gráficas que mostraban crecimiento exponencial en el número de ARIAs de varios institutos. Esto se debía en buena parte a que el número de investigadores aumentaba, pero como desde la era neoliberal el estado ha apoyado poco el crecimiento de la planta con científicos jóvenes, estos números –buenos en sí– se han estacionado. La importancia otorgada a estos números también parece haber propiciado un cambio en los hábitos de publicación de la comunidad. En particular, ha aumentado el número promedio de coautores en los artículos, como hemos encontrado al analizar los 50 años de la Revista Mexicana de Física (véase referencia [4]) donde se ha duplicado (véase la figura). Está comprobado que un artículo con muchos autores recibirá más citas y subjetivamente será considerado

mejor planteado (véase referencias [5] y [6]). Este conteo también ha tenido algunos efectos indeseables, porque a veces se incluye a los estudiantes tesistas entre los coautores de un ARIA, aunque el peso de su colaboración haya sido pequeño, pues se sabe que ayudará a los estudiantes a conseguir trabajo; sobre estos “coautores fantasma” véase la referencia [7].

Mucho se discutió en el Consejo Interno sobre el valor de los artículos de autor único. Sus detractores argumentan que éstos indican incapacidad de colaboración y aislamiento; para sus partidarios atestiguan capacidad de investigación independiente, sobre todo en un científico maduro quien también publica con coautores en otros ARIAs, y que por ende puede darse el lujo de publicar artículos largos (sin dividirlos en una serie de cortos episodios) así como escribir para revistas de enseñanza y divulgación.

Es común escuchar quejas acerca de los criterios de evaluación que se han institucionalizado en el Sistema Nacional de Investigadores (véase referencia [8]), donde por los primeros niveles concursan cientos de participantes, y donde los comités de científicos que los revisan –y lo hacen a conciencia– casi nunca conocen personalmente a los candidatos. Aunque es imposible decir que los criterios numéricos sean totalmente objetivos, en realidad no conocemos opciones más viables que las apuntadas arriba, particularmente en las llamadas ciencias duras (matemáticas, física, astronomía, química) y naturales (geofísica, biología, genética, biotecnología). El talento de un investigador es una cualidad multifactorial que no se agota en publicaciones y citas, sino que puede incluir –o no– capacidades de docencia, dirección, convocatoria hacia temas originales, y “serendipia” –la habilidad de reconocer un resultado importante que ha surgido accidentalmente en una investigación rutinaria.

Vale agregar que la evaluación informal que continuamente hacemos de nuestros colegas no se basa en la numerología del ISI, sino en consideraciones que son subjetivas, aunque generalmente acertadas, tales como la claridad con la que exponen su trabajo en los seminarios periódicos del instituto, su actividad con jóvenes estudiantes, su reconocimiento por científicos extranjeros, y su participación en comités internacionales. En este caso, su producción escrita adquiere un valor intrínseco, como ocurre con las piedras preciosas, que no requieren de sello estatal para manifestar su valor.

REFERENCIAS

- [1] R. Arredondo, *La “PUBLICACIÓN”: un proceso fundamental en la investigación científica*, La Unión de Morelos, 12/07/2010, p. 24, http://www.acmor.org.mx/descargas/10_jul_12_publicacion.pdf. Incluida también en este volumen (p. 36).
- [2] B. Longo, *Spurious coin: A history of science, management, and technical writing* (State University of New York, 2000).
- [3] Ver por ejemplo http://es.wikipedia.org/wiki/Instituto_para_la_Informacion_Cientifica.
- [4] S. Liberman y K.B. Wolf, *Patrones de interacción en 50 años de la Revista Mexicana de Física, Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* **22**, 97–100 (2008).
- [5] J.C. Smart y A.E. Bayer, *Author collaboration and impact: A note on citation rates of single and multiple authored articles*, *Scientometrics* **10**, 297–305 (1986).
- [6] A.M. Diamond, *The money value of citations to single-authored and multiple-authored articles*, *Scientometrics* **8**, 315–320 (1985).
- [7] S. Guallar, *Un método para cuantificar las contribuciones de los colaboradores en las publicaciones científicas*, *Animal Biodiv. Conserv.* **30**, 71–81 (2007).
- [8] X. Soberón, *El Sistema Nacional de Investigadores*, La Unión de Morelos, 27/10/2008, p. 30, http://www.acmor.org.mx/descargas/08_oct_27_sni.pdf y en este volumen, p. 45.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 26 de julio de 2010, p. 35 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/10_jul_26_moneda.pdf

El arte de la escritura científica

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

No habría sido enteramente evidente que la escritura alfabética fuera la mejor representación gráfica del lenguaje hablado. Los egipcios antiguos y los mayas, por ejemplo, escribían con una amplia gama de símbolos, algunos fonéticos y algunos ideográficos. Sin embargo, no concibo cómo un faraón o cacique pudo haber leído un discurso oficial a partir de tales manuscritos. Los antiguos chinos idearon otra forma de escribir en su idioma, que es tonal y que no contiene más de 450 palabras monosilábicas distintas; no obstante, con 6000 ideogramas compusieron poesía, argumentaron ideas e hicieron burocracia, con independencia de los diversos dialectos que se hablan en distintas provincias del país. Los fenicios, hebreos, griegos y romanos, en cambio, se sirvieron de letras para componer todas las palabras de su hablar, y aún de palabras nuevas que nadie habría pronunciado antes. Cuando las letras existentes no podían captar la fonética de la lengua, otros pueblos inventaron combinaciones de ellas, acentos y otros diacríticos para representar sus sonidos. Éste resultó ser el mejor sistema, como podemos constatar cada vez que usamos el teclado alfabético de una computadora. Las construcciones e ideas matemáticas pueden expresarse usando el lenguaje hablado, pero éste muchas veces es

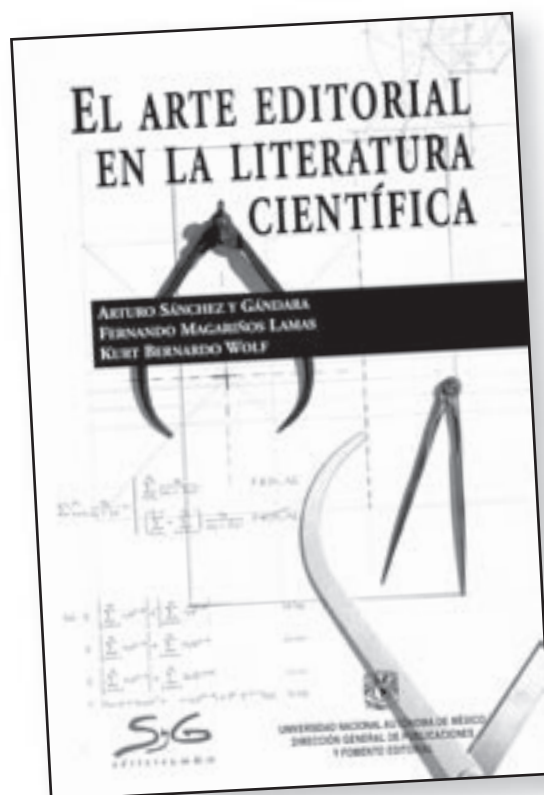
largo y puede parecer obscuro cuando el concepto es complejo y lo escuchamos por primera vez. Habiendo ya domesticado los números en su representación arábica, fueron los matemáticos italianos del Renacimiento quienes primero comenzaron a utilizar signos de operación entre números y cantidades arbitrarias, los cuales paulatinamente se desarrollaron en fórmulas, utilizando letras latinas y griegas en varios tamaños, fuentes y posiciones, y una variedad de símbolos especiales. Durante el siglo XIX la eficacia decantó las fórmulas a su estructura actual, ejemplificada por la página de texto matemático que acompaña este artículo. A menudo los legos ven las fórmulas matemáticas como encantamientos herméticos indescifrables, como recetas alquímicas o cálculos de horóscopo. ¡Absolutamente falso! Así como con letras formamos palabras, y con palabras que son sustantivos, modificadores, verbos y conjunciones componemos frases, oraciones, cláusulas y libros enteros, las expresiones matemáticas contienen constantes y variables, índices, operadores, delimitadores, colectivizadores, evaluadores y otras indicaciones que pueden aparecer en las líneas del texto circundante, con las que se pueden desarrollar todas las ramas de la ciencia. Las



fórmulas expresan relaciones precisas entre actores numéricos o simbólicos, sujetos a reglas de álgebra y concatenación lógicas. Y así como la escritura alfabética visiblemente ha tomado su forma más eficiente para la comunicación humana y electrónica, las fórmulas matemáticas también han mostrado ser la representación idónea de sus conceptos porque pueden ser ingresadas secuencialmente en programas de cómputo, para ser simplificadas, resueltas, evaluadas, o traducidas a representaciones gráficas.

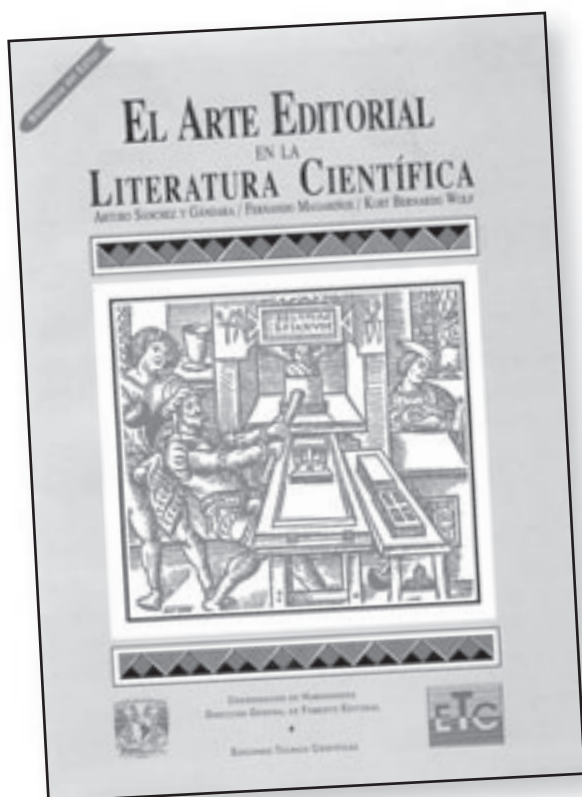
Indiscutiblemente, los artículos que aparecen en revistas especializadas de matemáticas son más arduos de leer que los que encontramos en una revista de sociales. Generalmente se supone que el lector tiene conocimientos previos del campo y es obligado citar trabajos anteriores o paralelos de otros autores. El estilo de escritura se mantiene sobrio, impersonal y tan comprimido como es posible. Sin embargo, puede uno intuir la personalidad del escriba: los hay secos y cortos, y los hay ampulosos o ingenuos, pero de algunos podemos reconocer su amplitud de espíritu por la forma amable con que llevan al lector por el camino trazado, deteniéndose para mostrar un teorema interesante, una demostración, o una cadena de corolarios que nos llena de maravilla

La literatura científica también se ha montado sobre la internet a partir de los 90s. Se imprime menos en papel y se lee más en línea; los tiempos entre la sumisión de un artículo, su arbitraje y su publicación se han reducido, mientras que el número de artículos, tópicos y ramas del conocimiento se ha multiplicado. En México no hemos estado a la zaga de esta nueva



modalidad de comunicación, aunque tampoco hemos destacado mayormente. Por eso pensé que sería de interés recontar algunos de los primeros pasos que dimos en la formación tipográfica del texto científico, porque en algún momento hubiéramos podido desarrollar una industria en este ramo, como se ha hecho en otros países menos aletargados.

En 1981, el Dr. Max Díaz regresó de la Universidad de Stanford al Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS-UNAM) con un doctorado en computación realizado bajo la dirección de Donald Knuth, quien recientemente había creado el sistema TeX [1] para el manejo tipográfico óptimo de texto científico [2]. Max traía consigo una cinta con este sistema y la ubicó en la máquina Foonly II que tenía el IIMAS. Por mi parte, siempre había tenido la costumbre de guardar mis apuntes de clase y curso en máquina de escribir, metiendo las fórmulas a mano como se hacía entonces. Y ¡oh maravilla!, con TeX se podían producir páginas con la calidad suprema de editoriales de prestigio, con fórmulas bien estructuradas incluyendo todas las características que facilitan su lectura mediante espacios, tamaños y colocaciones idóneas. En plan experimental, logré componer en 1982 el volumen de memorias de un Taller organizado en Oaxtepec, con la ayuda de cinco estudiantes que me prestaron su tiempo e interés. Nuestra impresora térmica producía páginas grandes, con 200 % del tamaño final, donde pegábamos las figuras acompañantes u otras que elaboraron en el IIMAS. Resultó ser el *tercer* libro escrito en el mundo con este sistema [3]. La editorial alemana Springer-Verlag se interesó mucho en su producción,



y mantuvimos correspondencia sobre la posibilidad de maquilar algunos libros para ellos en nuestro Instituto.

Con objeto de justificar la utilidad del sistema y de proveer algunos ejemplos que motivaran a la UNAM para apoyar la creación de una editorial científica, el Ing. Juan Carreón del Instituto de Ingeniería nos propuso escribir un par de textos que para entonces circulaban en edición mimeográfica [4]. Allí comenzaron los problemas: nunca llegaron los pagos por página para los estudiantes tipógrafos y, con un 90 % del primer libro terminado (unas 150 páginas), nos informaron que el proyecto se suspendía porque ya habían sacado otra edición en fotocopia. Además, sobre el dinero para comprar una buena impresora láser que solicitamos de CONACyT (la cual en esos años era relativamente cara), nos dijeron que sólo podían aportar la mitad, debido al catarrito económico vigente en 1983. Y con media impresora no podríamos hacer mucho... (Además, jese dinero nunca llegó!). Por añadidura, la Foonly II se cayó sin avisar. ¡Derrota total! Debí haberme dado cuenta que no estaba en Suecia sino en México, y que las cosas prometidas aún bajo palabra de honor no siempre se cumplen. Mientras tanto, una compañía en Singapur, World Scientific Publications, comenzaba a ofrecer el mismo servicio para editar volúmenes de memorias y otros textos científicos con una organización eficaz que producía los archivos TeX e imprimía los libros, enviándolos ya terminados a los clientes. Esto, mientras yo buscaba una manera ágil de pagar a los tipógrafos por página, pues en la UNAM de esos días era más fácil contratar una persona de por vida que remunerar trabajo a destajo. Decidí entonces dejar de jugar a empresario y dedicarme a mi trabajo normal en física matemática.

A lo largo de los años he sido editor o coeditor de nueve libros de memorias para editoriales internacionales con tipografía de calidad TeX, y creo haber contribuido a que la Revista Mexicana de Física, entonces bajo la dirección del Dr. Rubén Barrera, fuera de las primeras en adoptar el sistema a mediados de los 80s. Cada año a partir de 1986, organizamos un total de siete encuentros nacionales del Grupo de Usuarios de TeX en el marco del Centro Internacional de Ciencias que tenemos en Cuernavaca. Finalmente, con varios colegas publicamos un manual y un libro sobre la composición de fórmulas y texto científico castellano [5,6]. Uno de mis ex-alumnos, el Fís. Arturo Sánchez y Gándara, estableció una compañía

REFERENCIAS

- [1] TeX (pronunciado "Tej") proviene del griego tau-epsilon-chi, raíz de "tecnología" y "técnica", es decir, arte.
- [2] D.E. Knuth, *The TeXbook*, (Addison Wesley, Reading Mass., 1984), 480 p., ISBN 0-201-13448-9. Existió un manual anterior publicado en 1981.
- [3] *Nonlinear Phenomena (Proceedings, Oaxtepec, México, 1982)* Ed. por K.B. Wolf, Lecture Notes in Physics, Vol. 189 (Springer-Verlag, Heidelberg, 1983), 452 p., ISBN 3-540-12730-5.
- [4] P. García Márquez y C. de la Lanza, *Ecuaciones Diferenciales y en Diferencias* (Facultad de Ingeniería, UNAM, sin fecha); M. de Llano, *Mecánica Cuántica* (Facultad de Ciencias, UNAM, sin fecha).

editorial que trabaja con varias de las revistas técnicas y científicas en México.

Hoy el sistema TeX ya no es novedad; lo utilizan prácticamente todas las revistas y editoriales científicas del mundo, pues permite establecer automáticamente índices de autores y tablas de contenido, inclusión de figuras y otros elementos, además de formatos globales para libros enteros. Pero todavía me queda el gusanillo de la duda sobre si hubiese sido aún más satisfactorio que tuviéramos hoy en México una compañía del calibre de World Scientific, referente mundial de publicaciones científicas y par de Springer-Verlag. Tal vez, entre los cientos o miles de jóvenes emprendedores que se entrenan en nuestras universidades, haya quienes puedan dominar oportunamente un nicho tecnológico para incidir significativamente en los acelerados mercados internacionales del conocimiento.

3 Evolución puntual e integral

Existe una tercera realización del grupo $SH(2, \mathbb{R})$ cuando actúa sobre el espacio $L^2(\mathbb{R})$ de funciones de onda. Son las transformadas *condensación integrales* [17], generadas por operadores diferenciales de segundo orden exponenciados [18]. Esta acción puede ser de tres tipos: Cuando $\mathcal{H}$ es un operador diferencial de orden cero —como $\mathcal{X}$ y sus potencias— se genera solamente un factor de fase:

$$\exp(i\alpha\mathcal{X}^n)\psi(x) = \exp(i\alpha x^n)\psi(x), \quad n \in \{0, 1, 2, \dots\}. \quad (24)$$

Cuando el exponente es un operador diferencial de primer orden su acción es punto-a-punto, como:

$$\exp(i\alpha\mathcal{P})\psi(x) = \exp\left(i\alpha\frac{d}{dx}\right)\psi(x) = \psi(x+\alpha), \quad (25)$$

$$\exp(i\alpha\mathcal{H}^2)\psi(x) = \exp\left(i\alpha\left[\frac{1}{2} + x\frac{d}{dx}\right]\right)\psi(x) = e^{i\alpha/2}\psi(e^\alpha x), \quad (26)$$

para traslación y cambio de escala, respectivamente. Se llaman *peñuelos* porque mapean cada punto x del argumento de la función en otro punto de la misma función. Traducciones en el espacio fase $(x, p) \mapsto (x+x_0, p+p_0)$ se hacen con

$$\begin{aligned} T_{x_0, p_0} &:= \exp(i[p_0\mathcal{X} - x_0\mathcal{P}]) = e^{-i\alpha_0 p_0/2} \exp(i p_0 \mathcal{X}) \exp(-i x_0 \mathcal{P}), \\ (T_{x_0, p_0}\psi)(x) &= \exp(i p_0 [x - \frac{1}{2} x_0]) \psi(x - x_0), \end{aligned} \quad (27)$$

donde hemos utilizado la relación de Baker-Campbell-Hausdorff para desmenujar la exponencial de una suma de operadores que no conmutan [19].

Finalmente, cuando el operador diferencial exponenciado es de segundo orden [18], como (13) y (14), se llama *hiperdiferencial*, y su acción es integral:

$$(\mathcal{C}(\mathbf{M})\psi)(x) := \int_{\mathbb{R}} dx' C(x, x'; \mathbf{M}; \tau) \psi(x'), \quad (28)$$

donde $C(x, x'; \mathbf{M}; \tau)$ es el núcleo integral (*kernell*) por determinar. Para encontrarlo, Moshinsky y Quesne [17] aplicaron [20] a (28) encontrando dos ecuaciones diferenciales simultáneas, cuya solución normalizada es

$$C\left(x, x'; \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi i b}} \exp\left(\frac{i}{2b}(dx^2 - 2xx' + ax'^2)\right). \quad (29)$$

Página de texto científico preparado con el sistema tipográfico TeX. Nótese la profusión de tamaños, fuentes y posiciones de los símbolos especiales, las referencias numeradas, el centrado, alineamiento y numeración de las fórmulas, así como los diversos espacios entre los elementos.

- [5] K.B. Wolf, G. Becerril, R. Espriella, E. Mendoza, E. Molina, M. Pavón y M. Navarro Saad, *Manual de Lenguaje y Tipografía Científica en Castellano* (Editorial Trillas, México DF, 1986), 187 p., ISBN 968-24-2051-2. Puede leerse (hasta abajo de la página) en [HYPERLINK "http://www.fis.unam.mx/investigadores/kbw.htm/"](http://www.fis.unam.mx/investigadores/kbw.htm/) <http://www.fis.unam.mx/investigadores/kbw.htm/>

- [6] A. Sánchez y Gándara, F. Magariños y K.B. Wolf, *El Arte Editorial en la Literatura Científica* (Ediciones Técnico Científicas, México DF, 1992), 118p, ISBN 968-36-2755-2; Segunda edición: (DGFE-UNAM y SyG editores, México DF, 2000).

¿Qué es un “experto”?

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Recuerdo perfectamente haber leído en los periódicos de Cuernavaca que un día del otoño de 2006, un “experto” traído para evaluar el futuro del tiradero de Tetlama, aguas arriba de Alpuyecá, concluyó en su dictamen que aún le quedaban diez años de vida operativa. Sabemos hoy –y era evidente– que el susodicho fue contratado por quien no quería resolver el problema, sino dejarlo caer en el regazo de la siguiente administración. La basura causó una crisis sanitaria ese invierno, que se resolvió a gran costo transportando los desechos fuera de Morelos. Ése y algunos otros “expertos” similares, sobre cuyas conclusiones hemos leído recientemente en los periódicos, han dado a este oficio una reputación muy dudosa.

—Un experto es alguien exportado de muy lejos para que nadie lo ubique. —Un experto sabe más y más de cada vez menos hasta que sabe todo de nada. —Un experto que reprueba el proyecto de quien lo contrató es un inexperto. Así bromeábamos sorbiendo café antes de una asamblea reciente de la Academia de Ciencias de Morelos, refiriéndonos al experto que colocó los semáforos en las salidas de la glorieta de Zapata* en lugar de hacerlo en las entradas, del que ubicó el relleno sanitario de Cuernavaca en Loma de Mejía, y del que nos aseguró que la economía mexicana estaba blindada. Como a los investigadores universitarios a menudo se nos refiere como “expertos” en algo, me he decidido a escribir sobre quién se considera académicamente un experto y cuál puede ser el valor de su juicio. De 1997 a 2003 fui editor para el campo de óptica geométrica en una revista de investigación estadounidense. Mi tarea consistía en asignar cada artículo a dos árbitros para que recomendaran aceptarlo, corregirlo o rechazarlo. Tenía que buscar aquéllos que tuvieran experiencia en el tema del artículo, según lo que supiera de su producción científica anterior y su prominencia en el campo. Es importante en todo proceso de evaluación que la identidad de los árbitros no sea conocida por el autor, cuidando incluso que no trabajen en el mismo instituto, para evitar posibles influencias personales. Confieso que no era sencillo encontrar expertos en muchos tópicos, por mi propia limitación en el conocimiento de la copiosa literatura que existe en todas las ramas de la óptica. Si los árbitros llegaban a conclusiones diferentes, había que sopesarlas, enviar el artículo a un tercer árbitro, o tratar de leerlo yo mismo. Cada dos o tres semanas recibo artículos de diversas revistas para arbitrar, trabajo gratuito que puedo aceptar o declinar, sobre problemas relacionados con mis tópicos de interés actual o anterior (teoría de

grupos, análisis armónico, procesamiento de señales, etcétera). ¿Significa esto que soy un experto en el problema que aborda cada artículo? Definitivamente no. Con una tarde de lectura puede uno decidir si el problema está bien planteado y su solución es consistente con lo que uno espera; pero desmenuzar el texto y verificar cada una de sus fórmulas, recurriendo a la literatura citada donde sea necesario, o repetir los cálculos numéricos, llevaría más de un par de semanas; así, utiliza uno el criterio de plausibilidad. Puede uno (y el autor) ignorar de buena fe que el problema ya ha sido resuelto hace treinta años; o puede tratarse de una copia vil, constitutiva de fraude académico. En todo caso, puede el autor apelar la decisión y remitirse al pleno del comité editorial. En las ciencias experimentales el árbitro examina si el método y las características reportadas del equipo de laboratorio son adecuados, y en caso de duda puede exigir la repetición de la medición con parámetros distintos o la refinación del protocolo. Si el resultado es controversial pero importante, habrá otros laboratorios que repetirán el experimento, validando o negando la teoría que lo sustenta. El sistema de arbitraje entre pares no es perfecto, pero es la mejor herramienta que tenemos para depurar la verdad. En otras ciencias de gran importancia social como la meteorología, las predicciones son de naturaleza estadística y su precisión disminuye con el tiempo debido a que el sistema es caótico. Pese a los copiosos datos de temperatura, presión y humedad atmosférica sobre un área, los pronósticos resultan buenos por 24 horas, pero más allá disminuye paulatinamente su confiabilidad. Los meteorólogos reconocen ser aún incapaces de predecir la trayectoria y categoría de un huracán con dos semanas de anticipación. A la luz del más reciente catarrito económico global, los “expertos” financieros –éstos sí entre dobles comillas– son aún menos confiables. Quisiera ahora aterrizar estas consideraciones sobre la validez que puede tener la opinión pública y la academia en dirimir asuntos que conciernen a toda la ciudadanía. El cultivo de variedades transgénicas de alimentos por ejemplo, sigue satanizado por la opinión pública, aunque los investigadores no hayan encontrado aún evidencia alguna de efectos perniciosos durante las pruebas de campo originales, ni durante más de una década de consumo masivo [F. Sánchez Rodríguez, “Sobre el debate de los alimentos transgénicos” La Unión de Morelos 21/07/08 p. 26 y 11/09/08 p. 30]**, más allá de cierta pérdida en la soberanía alimentaria. Otro ejemplo –éste contrario– se refiere a la reducción de nuestro consumo de energía para paliar los previsibles

* Ver artículo de L. Mochán “Ciencia, juego y tráfico”, publicado en este mismo volumen en la página 115.

** Ver: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_ago_11_transgenicos.pdf y http://www.acmor.org.mx/descargas/08_jul_21_transgenicos.pdf

efectos del calentamiento global reconocido por los investigadores, pero que no parece incidir mucho en la opinión ni en las acciones públicas. ¿Y qué decir de la planeación, organización y el futuro de nuestra ciudad –Cuernavaca? Y... el que esto escribe ¿acaso es “experto” en urbanismo? No. Pero habiendo residido semanas, meses o años en unas cuarenta ciudades en Asia, Europa, África y América –no como turista ni como funcionario en gira, sino viviendo en contacto con amigos y colegas ilustrados–, creo que algo puedo decir sobre cómo funcionan –y no funcionan– las concentraciones urbanas, su transporte, sus servicios de basura, sus parques y jardines públicos, y la opinión que sus habitantes tienen sobre sus alcaldías, porque no sólo en México se critica al gobierno. Hace casi veinte años, Morelos fue declarado Primer Estado Ecológico por el gobernador Antonio Rivapalacio López –y a mi saber este honorable título no ha sido todavía derogado por ninguno de sus sucesores. Sin embargo, desde entonces no hemos visto muchos avances en la calidad de nuestro entorno, y sí varios retrocesos. Nos han invadido las megatiendas y los anuncios espectaculares, no se mantiene adecuadamente la infraestructura de agua potable y drenaje, los códigos de uso del suelo y altura de construcción se soslayan a favor de intereses particulares, la numeración de predios sigue caótica, y la ciudad pierde su carácter y su encanto. En particular, hemos sido testigos de la crónica de una muerte anunciada: el relleno sanitario tan necesario para Morelos se ha ubicado en Loma de Mejía, en un terreno totalmente inadecuado. El verano pasado la Academia de Ciencias de Morelos organizó dos foros (inopinadamente restringidos a miembros de la Academia) en los que se analizó la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) aceptada por el Ayuntamiento, y las mediciones y evaluaciones independientes hechas por un grupo numeroso de investigadores –especialistas– de la UAEM y de la UNAM. Las incongruencias fueron notorias y las conclusiones, graves. Otra reunión aún más comprensiva sobre este tema fue organizada el 4 de junio de 2008 por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, cuyas conclusiones deben leerse in extenso en [1]. Esencialmente, Loma de Mejía es inadecuado porque el suelo –ceniza volcánica compactada– es demasiado poroso; viola por tres órdenes de magnitud (es decir, por factores de mil) la permeabilidad que exige la norma oficial NOM-083. Este problema podría ‘mitigarse’ –no eliminarse– con una capa de arcilla de 15 cm, y una ‘geomembrana’ de plástico de 3 milímetros de grosor propuesta en la MIA, si y sólo si ésta fuese invulnerable al ataque de roedores, y no se produjera jamás un incendio en el basurero, puesto que la derretiría, contaminando con



lixiviados los mantos freáticos subyacentes que nutren los pozos del municipio de Temixco. Además, hay otros problemas ‘menores’ asociados al transporte de basura: los camiones cargados deberán subir por vías de pendiente muy pronunciada hasta el confinamiento, y existe el riesgo de que la concentración de aves que gustan de reunirse alrededor de su comida interfiera con el tránsito del aeropuerto. Por otra parte, sí existen zonas del Estado que cuentan con el terreno arcilloso que cumple con la norma oficial para confinamientos sanitarios. No dudo que un arbitraje imparcial de la MIA del proyecto de Loma de Mejía –hecho bajo los estándares de la investigación científica– rechazaría el proyecto; pero la construcción del confinamiento no es un ejercicio académico como el que describí arriba, sino una acción gubernamental ya decidida. Lo menos que podemos hacer entonces es vigilar que las salvaguardas de ingeniería contenidas en el proyecto de la compañía se cumplan al pie de la letra, que exista un sistema de monitoreo funcional, y que se contrate un seguro amplio para cubrir los daños a la población en caso de accidente o desastre. Tras una controvertida consulta con la membresía, la Mesa Directiva de la Academia resolvió no manifestar oficialmente su opinión, pues no había unanimidad sobre los términos en que debiera ser redactada, pero dejó entera libertad a cada miembro para publicar sus consideraciones al respecto. En vista de que ya se han iniciado las excavaciones en Loma de Mejía, nos queda poco por hacer o decir. Solamente podemos pedir a la divina providencia –que a veces se muestra maligna con los desprotegidos – que impida a Zeus descargar el rayo que incendie el gas metano del basurero, o que ocurra cualquier otro incidente que dañe la vital geomembrana que separa los lixiviados tóxicos de las aguas subterráneas que alimentan nuestros manantiales. De otra manera, este Ayuntamiento (2007-2009) estará dejando caer una catástrofe ambiental mayor en el regazo de alguna futura administración.

REFERENCIAS

[1] Ver la carta dirigida al Gobernador del Estado de Morelos por investigadores de la UNAM, y otras contribuciones, en particular de los Dres. José Luis Fernández Zayas (coordinador), Jorge Sánchez Gómez (ingeniero en control ambiental, IP), Luis Marín Stillman (geofísico, UNAM), Eduardo Ramos Mora (investigador en energía, UNAM), y José Sarukhan Kermez (ecólogo, ex-rector, UNAM), en: http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/relleno_sanitario_lm/index.html

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 22 de diciembre de 2008, p. 36-37 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_dic_22_experto.pdf

El Sistema Nacional de Investigadores

Xavier Soberón Mainero

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

Director del Sistema Nacional de Investigadores 2008-2009

Miembro y Presidente 2005-2006 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Recuerdo todavía la ansiedad que sentía al final de 1983, cuando yo era un joven investigador del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de la UNAM. Tenía ansiedad aunque sentía fascinación por estar insertado en un grupo de investigación que cultivaba las más avanzadas técnicas de esa época, con el inicio del auge del ADN recombinante y sus aplicaciones en los medicamentos biotecnológicos. El futuro de estos avances científicos y la promesa de su uso en tecnologías revolucionarias me llenaban de entusiasmo y optimismo. Pero la frustración y el miedo venían del hecho de haber nacido mi primer hijo y yo llegaba a cada quincena sin un peso en la bolsa, incapaz de afrontar con mi sueldo de investigador “asociado B” siquiera el mínimo gasto inesperado. Eran las épocas de la inflación de dos dígitos, entrados a tres. Y por esos días en la sala de mi departamentito se podían encontrar periódicos con ofertas de empleo subrayadas, pues ya había decidido dejar la academia y ejercer mi profesión de químico en la iniciativa privada.

Pero todo cambió cuando empecé a escuchar el rumor de que se estaba concretando un programa del gobierno federal diseñado para retener a los investigadores en México. Y es que una característica de la investigación científica es su carácter internacional de tal forma que, en términos generales, los académicos profesionales tienen la opción de emigrar a otros países con relativa facilidad. Este anuncio me tranquilizó por un tiempo y decidí esperar el programa objeto del rumor. En efecto, en el año 1984 se creó el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el

cual, previa evaluación rigurosa, asignaba un estímulo económico mensual a los académicos que demostraran producción científica de calidad internacional de manera sostenida. Afortunadamente yo pude ingresar al sistema y desde entonces me he podido dedicar a la actividad científica, sin preocuparme por poder tener una vida económicamente desahogada, para mí y para mi familia (y esto se debe, desde luego, a que los esquemas de salarios y estímulos también mejoraron después notablemente en mi institución, la UNAM).

El reconocimiento del SNI se ha otorgado desde entonces por medio de evaluaciones de pares que permiten la emisión de un nombramiento de investigador con una distinción que simboliza la calidad de las contribuciones científicas y tecnológicas, otorgando de manera adicional un incentivo económico que premia el esfuerzo y la calidad del investigador. El Sistema Nacional de Investigadores, es un promotor del desarrollo de las actividades relacionadas con la investigación científica, tecnológica y la innovación para el beneficio de la sociedad mexicana.

Como todo programa (y especialmente si viene del gobierno), el SNI ha recibido opiniones muy diversas, alabanzas y críticas. Creo, sin embargo, que existe un amplio consenso en cuanto a algunos de sus logros y características actuales, entre los que destacan:

Ha contribuido a retener a muchos investigadores en sus instituciones; ha establecido un sistema de evaluación, por pares, que ha impuesto estándares de calidad y es reconocido nacionalmente; ha orientado los esfuerzos de la comunidad académica en la

**INSTITUCIONES CON MIEMBROS DEL SNI EN EL ESTADO DE MORELOS
AÑO 2009**

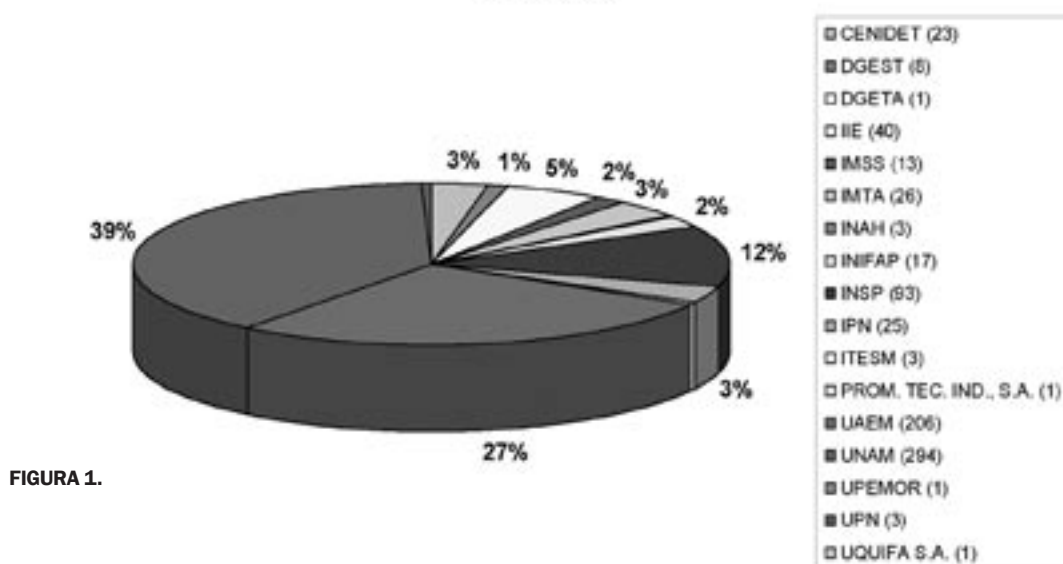


FIGURA 1.

producción de conocimiento; se usa para valorar el potencial de las instituciones para hacer investigación; la pertenencia al SNI de los profesores se ha vuelto un indicador para el reconocimiento institucional; ha constituido ya un importante sistema de información sobre la producción científica y tecnológica del país; es un reconocimiento de prestigio académico y permite acceder a otros apoyos y beneficios.

Uno de los datos más interesantes respecto al SNI radica en el indicador más sencillo, que es su crecimiento. En el año de 1984 el SNI otorgó la distinción a unos 1,500 investigadores. Para 1986 había alcanzado los 3,000 y ha mantenido desde entonces una tasa de crecimiento promedio cercana al 10% anual. Es así que en el año 2009, a 25 años de su creación, el SNI agrupará un total superior a 15,000 investigadores. Estas cifras permiten sacar dos conclusiones importantes. La primera es que la comunidad científica mexicana es bastante pequeña, y hace 25 años era verdaderamente reducidísima. Los países desarrollados tienen por lo menos 5 veces más investigadores por habitante, del tipo de los que se reconocen en el SNI en la actualidad. La segunda conclusión, esta sí auspiciosa, es que el sistema está creciendo mucho más rápido que la población en general, por lo que en México cada vez hay una proporción mayor de científicos profesionales.

¿Y cómo está el Estado de Morelos en relación con los indicadores del SNI? Como es ya ampliamente sabido, el estado cuenta con un contingente de investigación muy por encima de la media nacional. Esto se debe en buena medida a la presencia de instituciones federales, pero también al desarrollo sostenido de las estatales, particularmente la UAEM. La distribución de investigadores nacionales en las diferentes instituciones se puede ver en la Figura 1.

Otro aspecto que vale la pena resaltar es la distribución de niveles. En el SNI se otorgan distinciones en cinco niveles distintos. El nivel de candidato, que corresponde a los investigadores más jóvenes o recién iniciados en la investigación. El nivel 1, para el que se requiere haber demostrado

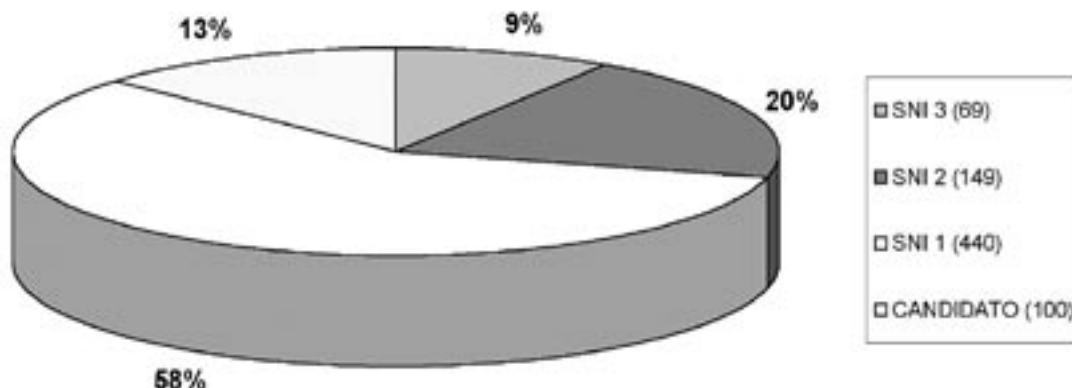
capacidad de hacer investigación consistentemente; el nivel 2, que implica una capacidad consolidada de investigación, en que se acredite además impacto y formación de recursos humanos; el nivel 3, cuyo requisito adicional es haber logrado trascendencia y reconocimiento internacional, aunado a la formación de grupos de investigación con peso específico propio. Finalmente se encuentra también la categoría de emérito, para los investigadores nivel 3 mayores de 65 años cuya contribución a la ciencia nacional haya sido excepcionalmente destacada. Como se puede observar en la Figura 2, en Morelos se da una composición, similar a la media nacional, con una proporción cercana al 10% de investigadores del máximo nivel (incluye niveles 3 y eméritos) y un mayoritario contingente de investigadores en el nivel 1. El número de candidatos, de aproximadamente 13% es inferior a la media nacional (de cerca de 19%), lo que probablemente refleja que las instituciones morelenses están creciendo menos en los últimos años.

Desde hace unos meses (2008) he recibido la honrosa responsabilidad de dirigir el SNI. Es muy estimulante conducir un programa que se inserta en el componente central de la actividad científica nacional, que son sus recursos humanos más avanzados. Es extremadamente interesante tener acceso constante a la información de ese corazón de la investigación mexicana, a su frecuencia cardíaca, a su electrocardiograma, que permite hacer diagnósticos diversos. Estos tal vez podrán ser objeto de alguna contribución posterior en este espacio.

También constituye un importante reto contender con el crecimiento incesante de su plantilla, y de las consecuentes evaluaciones que deben realizarse, procurando que se mantenga y mejore el rigor y la equidad con la que se realizan (en 2008 se recibieron y evaluaron más de 7,200 solicitudes). Pero el desafío más grande lo constituye, desde luego, el comprender y ayudar a conducir al Sistema Nacional de Investigadores a una etapa en la que su contribución a la trascendencia de la actividad científica nacional sea aún más contundente.

**NIVELES DEL SNI EN MORELOS
AÑO 2009**

FIGURA 2.



* Los datos actualizados y el crecimiento histórico del SNI en Morelos se puede consultar en: <http://www.acmor.org.mx/sni>.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 27 de octubre de 2008, p. 30 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_oct_27_sni.pdf

Los idiomas del mundo y de la ciencia

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

En agosto pasado (2008) asistí al 27 Coloquio sobre métodos de teoría de grupos en física, el cual tuvo lugar en Yereván, capital de la República Armenia.

—¿Habla usted armenio? Me preguntó alarmada una vecina a quien encargaba algunos asuntos de la casa durante mi ausencia.

—No. Pero con inglés me basto, y un poco de ruso ayuda...

Esta serie de coloquios es bianual e itinerante: nos hemos reunido en Moscú, en Tasmania, en París, Montreal y Nueva York, Canterbury y Salamanca, y dos veces en Cocoyoc (¡Sí! —Cocoyoc, 1980 y 2004). El idioma en que se presentan las ponencias es el inglés, y en las conferencias lo que se escucha es *broken English*, bajo todos los acentos posibles: el francés que siempre acentúa la última sílaba, el húngaro que siempre acentúa la primera; los alemanes y austriacos, quienes aspiran igualmente las consonantes duras pero con cantilenas distintas al hablar; los rusos con su obligada palatalización de vocales; y los iberoamericanos, cuya lengua constriñe a preceder con una *e-* toda palabra que comience con *sc-*, *sk-*, *sp-* o *st-*. Esto, además de los muy diversos ‘nativos’ de esa lengua: ingleses, estadounidenses, indios, australianos, escoceses o texanos. Este Coloquio en Yerevan tuvo 120 participantes de una treintena de países con una Babel de idiomas nacionales, y con su *lingua franca*, el inglés.

¿Por qué el inglés? Tiene dos desventajas muy obvias: una ortografía cuasi-caótica y una fonética demasiado fluida con un abanico de vocales largas y cortas. Por otra parte, sus ventajas incluyen una gramática muy sencilla (sin géneros, plural casi uniforme, prácticamente sin conjugación ni declinación), gran maleabilidad en el orden de las palabras y una fácil aceptación de locuciones nuevas. Y sin embargo, cómo recuerdo haber leído en el libro “*Teach yourself Indonesian*”: si después de dos meses de conversar crees hablar el idioma, después de veinte años verás que apenas lo dominas. En efecto, el inglés corriente es un lenguaje fuertemente articulado con localismos, modismos, neologismos e idiosincrasias; afortunadamente para la comunicación científica, el inglés funciona también con una sintaxis simplificada y directa. Pero la principal ventaja del inglés es que ya es una lengua entendida internacionalmente, que da vía franca a la comunicación entre grupos de individuos con intereses comunes en comercio, entretenimiento, información y ciencia.

En distintas épocas y áreas geográficas donde pueblos diversos han interactuado, se desarrollaron

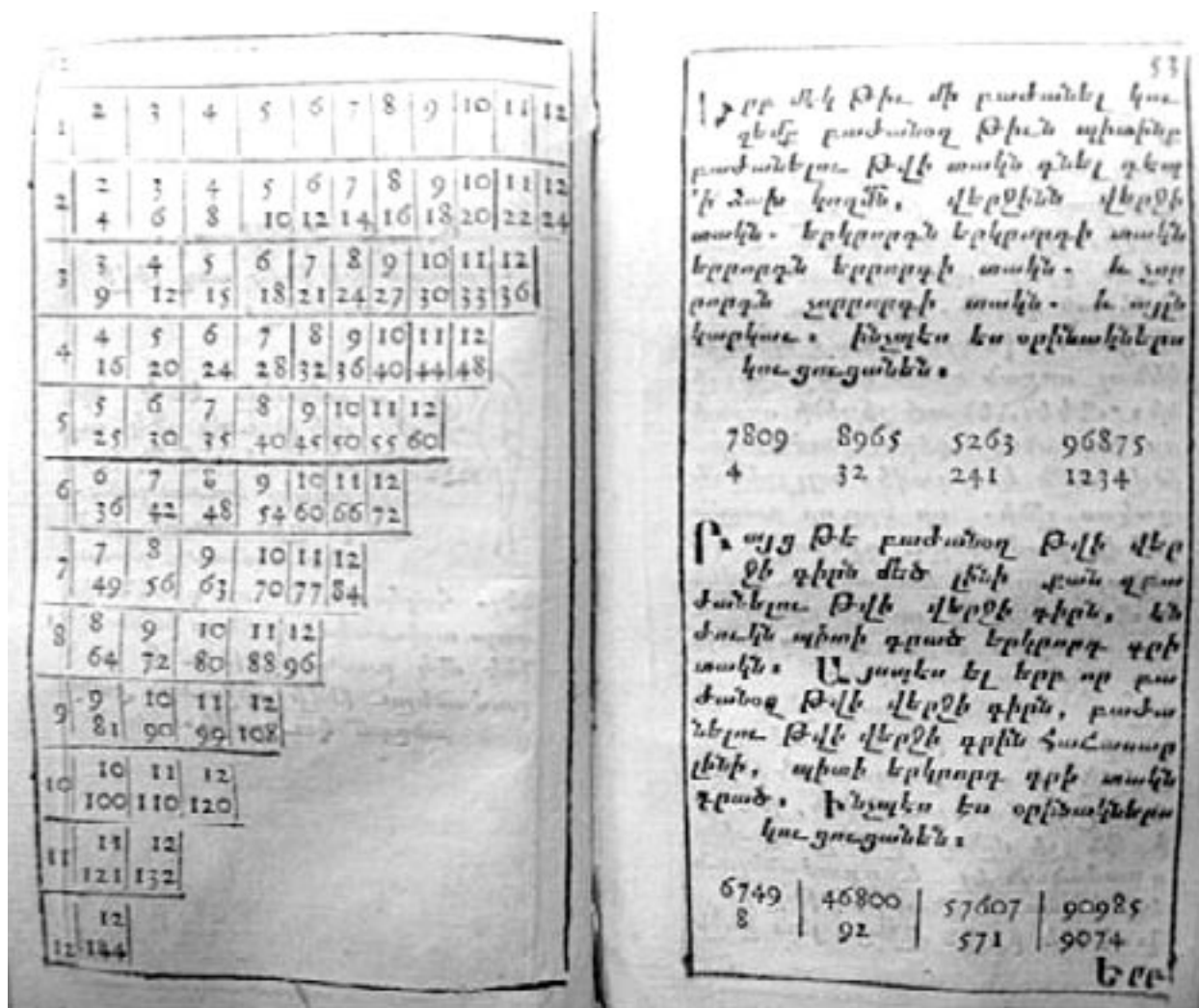
lenguas francas. El griego fue el idioma de los primeros filósofos naturales y en él publicaron los evangelistas sus relatos; persistió en la corte de Bizancio por un milenio más, y evolucionó hasta convertirse en el *demotikós* de la Grecia moderna. El caso más conocido es el latín, idioma de los habitantes originales del Latio (provincia que incluye Roma); fue extendido por el imperio a todo el Mediterráneo, donde generó una docena de lenguas nacionales; y también fue utilizado en prácticamente todas las obras teológicas y filosóficas importantes del Medioevo, y en sus comunicaciones internacionales. Tras la Hégira, el árabe se extendió desde Mesopotamia al Atlántico; hasta nuestros días se habla en dos docenas de países con variantes nacionales; está presente en el Sahel, donde no es lengua de ninguna tribu en particular, sino vehículo de comunicación entre comerciantes y autoridades de todas las tribus. El francés fue el idioma de la diplomacia desde el imperio napoleónico hasta la *Grande Guerre*, y rivalizó con el alemán y el inglés como idioma de la ciencia. Desde la segunda posguerra, el inglés se ha extendido bajo la dominación comercial y cultural estadounidense.

Otros ejemplos de lenguas francas entre comunidades divididas por idiomas son el swahili en África Oriental, y el bahasa indonesia en ese archipiélago. La evolución característica de las lenguas francas hace que su vocabulario incluya palabras de las varias lenguas nacionales y que su gramática se simplifique. El inglés también ha pasado por este proceso: su riquísimo vocabulario se divide en tercios, con palabras de origen latino, por los cuatro siglos de ocupación romana sobre las tribus célticas, mas vocábulos eruditos modernos; otras son de origen nórdico, producto de cuatro siglos de migraciones escandinavas, y otras más de origen normando francés, idioma de la corte de Guillermo el Conquistador y sus sucesores hasta la guerra de los cien años contra Francia. Y también perdió su complejidad gramatical. Mientras que el latín es un idioma fuertemente inflexo, con cinco casos declinados (nominativo, genitivo, dativo, acusativo y ablativo) y dos números (singular y plural), el escandinavo original tenía tres géneros (masculino, femenino y neutro), tres números (singular, dual y plural) y cuatro casos, su derivado contemporáneo —el inglés— casi no tiene nada. Un idioma más sencillo y lógico aún es el esperanto, inventado por el médico polaco L.L. Zamenhof en 1887; tuvo gran auge durante la entreguerra y aún persiste como hobby lingüístico, pero si algo nos ha enseñado su estancamiento es que los idiomas nacen —no se hacen.

Dos casos me interesan mucho: el castellano y el ruso; ambos resultado de imperios con colonias, el primero de tres siglos en nuestro continente, y el segundo de un siglo en naciones colindantes. (El “español” únicamente se habla en América; en España se llama castellano, pues hay otros idiomas igualmente españoles: el català, el euskera de Vasconia, el bable de Asturias, el canario, y otros). El castellano es un buen idioma para resistir acentos porque sólo tiene cinco vocales bien diferenciadas, sus consonantes son relativamente impermeables a cambios, y su escritura es bastante fonética. Es el único idioma nacional de México y de otros 16 países, y es la lengua franca entre sus diversos pueblos indígenas y de ellos con el grueso de la población. El idioma nacional de Rusia en cambio, es segunda lengua en todas las repúblicas ex-soviéticas (y muy útil si se encuentra uno perdido en Asia Central o en Transcaucasia – incluida Armenia) y en las regiones autónomas de la Federación. Los diversos idiomas nacionales siguen siendo dominantes y hoy son lenguas oficiales de

países independientes. Allí una parte pequeña pero significativa de la población habla ruso en el hogar, y la élite de profesionistas, intelectuales y dirigentes políticos está ampliamente familiarizada con este idioma, como se puede ver en la literatura impresa y en las pantallas de las computadoras, y oír en las reuniones regionales.

Aprender varios idiomas resulta natural en Europa, donde se hablan todos ellos en distintas casas, canales de televisión, y sitios de veraneo. Un segundo idioma facilita aprender un tercero. Con cuatro idiomas se entiende uno casi en todas partes; y con el solo inglés también. Por otra parte, los idiomas nacionales siguen vivos, y sus distintos acentos se consolidan al que oficialmente se habla en las estaciones nacionales de radio y televisión. Idiomas marginales como el céltico, el frisio o la langue d’Oc tienden a desaparecer. Las lenguas francas históricas (latín, eslavónico, árabe clásico) persisten preservadas del paso del tiempo en los formulismos religiosos y en un círculo cada vez más reducido de historiadores. Tal vez el único caso de



ARMENIA. Libro compuesto con imprenta de tipos móviles en armenio, siglo XVII. Es un instructivo para cálculos financieros (a la derecha una tabla de multiplicación). Museo Nacional de Manuscritos, Yereván.

un idioma vuelto a la vida sea el hebreo, el cual pasó de idioma escrito de servicio religioso y altos estudios, a oír y cantarse por las calles de Jerusalén.

La región de nuestro congreso —el Cáucaso— es excepcional por el número de idiomas lingüísticamente distantes que se hablan en un área geográficamente pequeña, cortada por cadenas montañosas que definen los países: el armenio, el georgiano, y el azerí/turco; además de los idiomas nacionales kurdo, chechenio, ingushetio, etc. El pueblo armenio tiene cuatro mil años de historia, dividida entre el oriente persa (aquemida, sassánida, safavida, qajar) y las varias potencias del occidente (griegos alejandrinos, romanos, bizantinos, otomanos). Armenia pasó por siglos de ocupación alternados con siglos de independencia; fue el primer estado en adoptar la religión cristiana en el año 301, un par de décadas antes de la conversión de Constantino. También fue el primero en diseñar su alfabeto para fijar el idioma como vínculo nacional ante la división de su población entre sassánidas y bizantinos. El rey Vramshapuh (389—417) comisionó al clérigo Mesrop Mashtots inventar un alfabeto propio, y traducir al armenio los principales textos griegos y siríacos sobre teología. Muy a tiempo, pues en el año 428 los persas terminaron con su dinastía. Migraciones crearon una gran diáspora con importantes centros primero en Cilicia, en Damasco, Bagdad, Jerusalén y Constantinopla, y después en Venecia, Roma, París, San Petersburgo y Nueva York. Un vínculo de cohesión entre los armenios fue la Iglesia Apostólica Armenia de San Gregorio, la sede de cuyo Catholicós está en Echmiadzin bajo la silueta nevada del Monte Ararat. Pero más importante aún fue el idioma y su escritura, de 39 letras curvas y fluidas. En 1641 se imprimió con tipos móviles el primer libro armenio —la biblia— en Isfahan (Persia), y en 1666 se hizo en Amsterdam. Los siglos siguientes vieron libros de filosofía y ciencias naturales traducidos

de varios idiomas europeos. Pero aún faltaban las palabras necesarias para gobierno; durante la primera República (1918—1920), el primer acto judicial conducido en armenio ocurrió el 15 de marzo de 1920, con el fiscal, el defensor y los jueces buscando palabras en el diccionario o inventándolas.

Durante mi estancia en Armenia, vi libros de texto universitario en armenio, aunque los de ciencia se estudian en ruso y, crecientemente, en inglés. El idioma armenio está en buena salud aun cuando el país tiene solamente unos cuatro o cinco millones de parlantes que lo hablan como primera lengua. Artículos de investigación científica sin embargo, no los hay en armenio; en su lugar, algunos están en ruso y la mayoría en inglés. En Iberoamérica, creo que la única revista en física que acepta artículos de investigación en castellano es la Revista Mexicana de Física (inicialmente aceptaba también en esperanto, francés y alemán); y aún allí los artículos en inglés los superan 10 a 1; en la sección de enseñanza, la proporción es a la par. Otro tanto sucede en sus respectivos ámbitos con artículos en francés y en alemán: prevalece el inglés. La consolidación de una lengua franca planetaria solamente puede ser bienvenida.

En el cubículo llevamos las discusiones científicas en español (perdón, en castellano), o en inglés si alguien no lo habla. Escribimos en español artículos de divulgación y enseñanza, pero el resto va en inglés. No se produce el fenómeno tex-mex que mezcla vocabularios y sintaxis; trabajar profesionalmente con dos o más idiomas los mantiene bien separados y nos da cuenta de sus diferencias gramaticales y sintácticas. Nos asoma un poco a ver el árbol de hablas del mundo, sus raíces, su evolución histórica, y el sutil florilegio de las cosmovisiones que en ellas anidan. ¿Qué sabe del castellano aquél que sólo castellano sabe?

¿Cómo se comunican los científicos?

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

¿Dónde se guarda el cuerpo del conocimiento científico? ¿Cómo se le adiciona nueva materia? ¿Con qué coordenadas nos movemos en el espacio multidimensional de sus especialidades? En suma: ¿Cómo y adónde comunicamos los resultados de nuestro trabajo?. Preguntas similares pueden hacerse en otros quehaceres humanos, como la jurisprudencia, la historia, la religión, o las diversas artes; en este artículo quisiera centrarme en las ciencias exactas y las experimentales, porque en ellas la estructura es vital. Desde Aristóteles, pasando por Tomás de Aquino, Descartes y Kant, los filósofos han buscado fundamentar el edificio del pensamiento como lo hiciera Euclides para construir su geometría a partir de cinco axiomas. No debemos subestimar la enormidad de lo que se pide: levantar un edificio sólidamente anclado en la realidad, con líneas de acceso seguras y reconocidas, áreas y direcciones bien especificadas, tolerancia hacia los espacios aún desconocidos, como son los huecos dentro de la estructura, y un espacio aparentemente infinito arriba. Y, –de máxima importancia– buenos materiales y un buen método de construcción. Éste es el método científico que, como ya otros autores en esta columna han detallado, obliga a que el edificio tenga la flexibilidad necesaria para corregir segmentos, tumbar paredes divisorias, y aceptar nuevos huéspedes.

¿Y dónde está ese edificio del conocimiento científico? Está repartido en dos lugares –solamente. Está presente en el acervo informático de las bibliotecas, bases de datos, instrumentos de laboratorio, tecnologías de construcción y comunicación. Y está en los cerebros de una comunidad de personas altamente entrenadas, cada una de las cuales conoce del edificio de la ciencia sólo unos pocos recintos. El primero es pasivo; el segundo –y más importante– es el activo. La dialéctica entre estos dos repositorios es la comunicación científica formal; al interior de la comunidad de investigadores tienen lugar varias formas de comunicación informal: conferencias en congresos, conversaciones ‘cara a cara’ entre científicos, o correos electrónicos de tres líneas. La comunicación científica es necesaria porque nuestros cerebros individuales son mortales.

Por supuesto, esto es una idealización obligada por la introducción al tema que quiero exponer: cómo nos comunicamos con nuestros colegas en la generación de conocimiento científico. Podemos cuantificar formalmente este conocimiento sobre la base bibliográfica de los artículos publicados en revistas científicas arbitradas; el flujo de este

conocimiento se da a través de la vinculación informal que mantenemos con nuestro grupo selecto de amigos, coautores, o asistentes consuetudinarios a la misma serie de congresos. En el estudio de este proceso he sido colaborador de la Dra. Sofía Liberman, quien trabaja en la Facultad de Psicología de la UNAM y vive en Tepoztlán, Morelos.

Hemos examinado la vinculación en comunidades de matemáticos, físicos y biotecnólogos en institutos de la UNAM en el DF y en Cuernavaca, a partir de los datos bibliográficos oficiales que publican anualmente. Medimos el número promedio de coautores que tuvo cada investigador en sus trabajos entre 1982 y 1994, y las diferencias se hicieron evidentes: los matemáticos tienden a trabajar solos y su calificación es de 0.9 coautores en promedio, los físicos –teóricos y experimentales– cumplen con 2.9 coautores, mientras que los biotecnólogos alcanzan 3.9. Este indicador no pretende medir la excelencia académica, sino los hábitos de trabajo en cada gremio. Los laboratorios especializados tienen equipos complejos que acomodan grupos de investigación grandes, mientras que el diálogo de los matemáticos es más detallista, profundo, y mucho más pausado. Los físicos estamos más cerca del justo medio.

También ha surgido una observación interesante sobre la creciente vinculación entre los físicos que publican en la Revista Mexicana de Física desde su creación en 1956. Mientras que en un principio el promedio era de dos autores por artículo, éste ha crecido linealmente hasta ser de cuatro. Una parte de este aumento se debe al crecimiento de grupos de físicos experimentales que publican en la Revista, y otra muy importante viene de la facilidad que ofrece la proliferación de medios de comunicación y almacenamiento electrónicos, los cuales son rápidos, baratos, y multiusos. En efecto, mientras antes nos quejábamos de la falta de una buena biblioteca científica en Cuernavaca, ahora podemos informarnos de prácticamente todo lo que sucede en nuestro campo sobre el ancho orbe. El colmillo del científico consiste ahora, de alguna manera, en filtrar el *spam* y reconocer la información que realmente es relevante para su propio campo y problema, y ésa sí bajarla de la red, imprimirla y leerla con cuidado. ¿Y cuál es esa manera? Realmente sencilla: platicar cara a cara con los colegas afines que trabajan en ése o en campos cercanos. Cuando dos o más cabezas se reúnen, su conocimiento se agrega, y así se localizan los trabajos relevantes que sí hay que leer y entender.



El Centro Internacional de Ciencias, A.C.

A finales de 1986 se registró como asociación civil en Cuernavaca lo que es ahora el Centro Internacional de Ciencias A.C. (CIC), formado por un grupo de investigadores de todo el país encabezado por el Dr. Marcos Moshinsky. Se tenía el antecedente del Centro Internacional de Física Teórica, que tiene sus instalaciones en terrenos del castillo de Miramar, en Trieste, Italia, el cual fue creado en 1965 con la inspiración del Dr. Abdus Salam, quien después recibió el premio Nobel por sus trabajos en la física de partículas elementales. En Cuernavaca, el CIC estuvo alojado en lo que hoy es el Instituto de Ciencias Físicas durante los ocho años siguientes. En ese lapso organizó más de una docena de congresos, reuniones internacionales y escuelas de verano. Con un generoso donativo legado por el Sr. Israel Moshinsky para que sus hijos promovieran la actividad científica en México, y con el apoyo de institutos de la UNAM, compañías e individuos, se inició la búsqueda de una sede, que culminó con las instalaciones que actualmente tiene el CIC en comodato con la UAEM y la UNAM, en el campus de Chamilpa.

Al tener sede propia, resultó natural reformular la operación del CIC hacia reuniones más pequeñas pero intensas, generalmente de no más de quince personas invitadas personalmente, por periodos de una a cuatro semanas. Además de participar en un seminario de una hora diaria donde exponen su trabajo más importante, los investigadores participantes y visitantes tienen el tiempo de tratar sobre el pizarrón cualquier duda o extensión de su labor, y así intercambiar la información de la manera eficaz que apuntamos arriba, y después decidir si publicar conjuntamente

los resultados. Los últimos años de operación del CIC confirman que la formación de redes de investigación en la que participen mexicanos con sus pares en el mundo es probablemente la manera más eficiente, en sustancia y costo, de avanzar y mantenernos en las fronteras móviles del conocimiento.

La creación de redes entre grupos de investigadores, miembros de varios institutos geográficamente distantes pero trabajando en el mismo tópico, es la política científica actual de varios países en la Unión Europea. Por ejemplo, me tocó conocer en 2005 parte de una red de información y óptica cuántica entre Erlangen, Ulm y Stuttgart, que cuenta además con un buen número de estudiantes doctorales y postdocs, quienes después de uno a tres años de aprendizaje en el campo y sus técnicas, terminan con buenos prospectos de ser contratados por la industria o en las universidades.

Como es de esperarse, las publicaciones del grupo de óptica cuántica documentan un alto número de coautorías; esto lo hemos visto también entre los participantes de los talleres temáticos que se desarrollan en el CIC de Cuernavaca. Muchos colegas regresan de tiempo en tiempo para alejarse de sus deberes administrativos, informarse, y ponerse a trabajar. No podemos soslayar que varios científicos, la mayoría de ellos de renombre, han participado en más de una ocasión en las reuniones que organiza el CIC en Cuernavaca. Entre otras cosas esto se debe a que en el CIC existe un buen clima académico, humano, y ambiental. Ciertamente durante ese lluvioso mes de junio en Alemania, quise volver a escuchar los grillos que aquí iluminan las noches.

Vacunas y Autismo: escándalo científico

Mariana Gómez Maleno

Estudiante de Preparatoria

Lorenzo Segovia

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C.

En 1998, el Dr. Andrew Wakefield publicó un artículo en la prestigiosa revista *Lancet*, el cual tuvo enormes repercusiones sociales. El afirmaba que existía una relación entre el uso de la vacuna triple- en contra de la rubéola, las paperas y el sarampión- con el autismo y problemas varios digestivos. Recomendaba que se hicieran tres inoculaciones separadas y que no se usara la vacuna existente. Esta afirmación tan fuerte, proveniente de un científico respetado, provocó una enorme reacción social. Un enorme número de padres decidió no vacunar a sus hijos por miedo a que desarrollaran autismo. Sin embargo, esta falta de protección provocó un aumento enorme en el número de casos de estas enfermedades sobre todo en Europa y Australia y en menor medida en los Estados Unidos. Aunque estas enfermedades son relativamente benignas, existe una cierta proporción de casos que sufren complicaciones que llegan, afortunadamente, rara vez hasta la muerte. Al haber un aumento tan notorio (que llegó hasta el 70 %) en el número de casos, hubo un aumento también proporcional en los casos con complicaciones. Paralelamente no hubo ningún cambio en el número de casos de autismo que se registraron en esa época. El pánico en la sociedad, con respecto a que la vacuna triple (MMR; de las siglas en inglés “Measles-Mumps-Rubeola”) pueda ser causante del autismo, es favorecido por personas influyentes en el medio del espectáculo como la actriz Jenny McCarthy y el actor Jim Carrey, quienes han declarado que si volvieran a estar en la situación de vacunar a su hijo, no lo harían de ninguna manera.

Toda vacuna conlleva un riesgo implícito, en el sentido que su naturaleza misma es provocar una



reacción inmunológica en el paciente inyectado. Pero a medida que ha pasado el tiempo y que hemos entendido cuales son los agentes que lo provocan, este riesgo ha disminuido hasta ser prácticamente nulo. No cabe duda que gracias a las vacunas nuestra calidad de vida es totalmente distinta a la de nuestros antepasados. ¿Quién no se acuerda de casos de enfermos de polio? una enfermedad hoy día inexistente entre nosotros. La mortalidad infantil en general pasó del 15 % al 3 % entre 1930 y 1995 en niños menores a un año; en buena medida debido al uso de vacunas, permitiendo el erradicar muchas enfermedades. Este saneamiento de nuestro medio es uno de los principales argumentos de la gente que no quiere vacunar a sus hijos. ¿Por qué vacunarlos cuando todos los otros sí lo están y además ya nadie se enferma? Esta condición – de un enorme egoísmo- tiene una lógica: mi hijo o hija no se va a enfermar porque los otros, al estar vacunados, no van





La revista científica Lancet es una de las más importantes y prestigiosas en temas médicos.

a permitir la transmisión de la enfermedad y de este modo no estaremos expuestos. Desgraciadamente, éste es un argumento falaz. Por ejemplo, en un caso verídico en los EUA, una niña de 17 años fue a un viaje a Rumania. Llegó a su casa, sentía un pequeño malestar, pero todavía no presentaba los síntomas concretos de sarampión. Al día siguiente asistió a una iglesia con aproximadamente 500 personas; estuvo ahí un par de horas, sin tener contacto directo con todas las personas. De las 500 personas presentes 450 estaban vacunadas, o presentaron algún tipo de inmunidad. A dos personas les falló la vacuna y les dio sarampión. Treinta y dos personas no habían sido vacunadas y no presentaron ningún tipo de inmunidad, por lo cual fueron contagiadas de sarampión. Y esto sólo en un periodo de dos horas. ¿Qué pasaría si esto lo aumentamos a 4 personas ó 10, ó 50, contagiando a las demás? Tendríamos una epidemia que podría llegar a matar a millones de personas.

Muchos grupos de investigación, sobre todo en Europa y Estados Unidos, trataron de continuar los experimentos del Dr. Wakefield. Por una parte los epidemiólogos trataban de encontrar esta correlación entre el ser vacunado y el tener autismo; mientras los inmunólogos buscaban los mecanismos celulares y los neurólogos buscaban qué podía haber cambiado en el cerebro del niño vacunado y cada especialidad trataba de entender los alcances de esta observación. Al cabo de cierto tiempo, al ver que no podían entender sus resultados experimentales, muchos grupos trataron de reproducir las observaciones iniciales del Dr. Wakefield. Después de muchos intentos llegaron a la conclusión que debía haber un error. Finalmente, en 2004, el *Consejo Médico General* del Reino Unido, la máxima autoridad en salud en ese país, decidió analizar este trabajo. Analizaron los datos crudos (es decir las mediciones tal y cual eran obtenidas) y las

interpretaciones que se habían derivado y llegaron a una conclusión terminante: el Dr. Wakefield había actuado de manera poco ética y había falseado sus conclusiones. Al poco tiempo se descubrió que el Dr. Wakefield en realidad quería que se usara una vacuna contra la rubéola que él había desarrollado. Con la psicosis social generalizada había creado las condiciones perfectas para que se transformara el mercado, sustituyéndose innecesariamente la vacuna original por la suya. En febrero de este año (2010), la revista *Lancet* se desdijo total y públicamente de la publicación del trabajo original (ver recuadros).

La ciencia avanza basada en un sistema de confianza: un artículo da una interpretación a las observaciones experimentales para que éstas puedan ser incorporadas a trabajos subsecuentes. Si uno miente, se están vulnerando las experimentaciones de muchos grupos de todo el mundo y, como en este caso, puede tener repercusiones en la salud de muchísima gente. Ha sucedido en bastantes ocasiones que un investigador se da cuenta de un error de buena fe, para posteriormente desdecirse de las afirmaciones publicadas, o simplemente publicar una corrección. En ambos casos, aunque sea la peor pesadilla de un científico, la honestidad es aceptada de buena gana por sus colegas y no pasa a mayores. En cambio, cuando se percibe un caso de deshonestidad, la carrera científica del mentiroso llega a su fin.



El artículo original fue marcado como "retirado" en la versión electrónica de la revista Lancet.

Comment

www.thelancet.com Published online February 2, 2010 DOI:10.1016/S0140-6736(10)60175-4

Retraction—Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children

Following the judgment of the UK General Medical Council's Fitness to Practise Panel on Jan 28, 2010, it has become clear that several elements of the 1998 paper by Wakefield et al¹ are incorrect, contrary to the findings of an earlier investigation.² In particular, the claims in the original paper that children were "consecutively referred" and that investigations were "approved" by the local ethics committee have been

proven to be false. Therefore we fully retract this paper from the published record.

The Editors of The Lancet
The Lancet, London NW1 2RY, UK

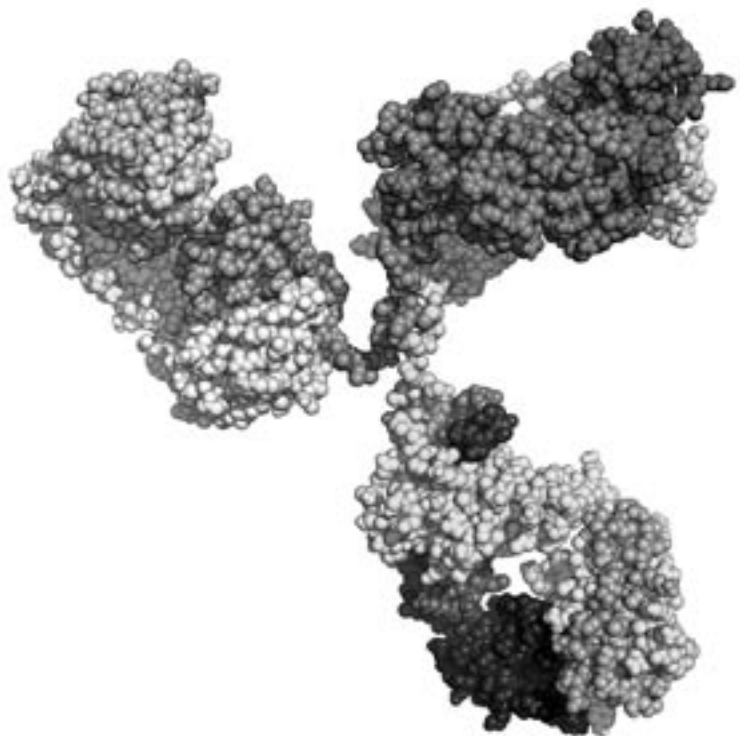
- 1 Wakefield AJ, Murch SH, Anthony A, et al. Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *Lancet* 1998; **351**: 637-41.
- 2 Hodgson H. A statement by The Royal Free and University College Medical School and The Royal Free Hampstead NHS Trust. *Lancet* 2004; **363**: 824.

Published Online
February 2, 2010
DOI:10.1016/S0140-6736(10)60175-4

Nota de los editores de la revista Lancet en donde anuncian el retiro de la publicación del Dr. Wakefield. Traducción: "Siguiendo el juicio del Panel de la Práctica Médica del Consejo Médico General del Reino Unido del 29 de Enero de 2010, ha resultado evidente que varios de los elementos del artículo de Wakefield y colaboradores, publicado en 1998, son incorrectos y contrarios a los hallazgos de una investigación previa. En particular, las afirmaciones hechas en el artículo original en el sentido de que a los niños se les dio "seguimiento médico al término del estudio" y que las investigaciones fueron "aprobadas" por el comité de Ética local, son falsas. En consecuencia, retiramos totalmente este artículo del archivo publicado". Firmado: Los Editores de The Lancet.

A raíz de este trabajo del Dr. Wakefield ha habido un enorme número de demandas legales, sobre todo en los EUA, en contra de las distintas farmacéuticas que producen vacunas acusándolas de ser causantes de casos de autismo. Después del fallo del *Consejo Médico General del Reino Unido*, un panel de jueces de los EUA, dedicados únicamente a atender casos de demandas en el área de salud, prohibió presentar de ahora en adelante este tipo de demandas (arguyendo que la vacunación es causante de autismo) por carecer de justificación. Pese a estas declaraciones, hemos perdido la conciencia social de lo que las vacunas han cambiado nuestra calidad de vida. Hay un número muy grande de padres que han decidido no vacunar a sus hijos por miedo a los posibles efectos secundarios. Una característica llamativa de este grupo es que se trata de gente con un nivel de estudios alto (universitarios la mayoría) que han sido presa de esta mala información. Es importante de que se sigan manteniendo informados, examinando todos los puntos de vista con la mayor objetividad posible y que re-evalúen sus decisiones a la luz de estos nuevos conocimientos.

Modelo molecular de un anticuerpo, la base de las vacunas.



Biotecnólogos mexicanos en China

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Con el objeto de estrechar los lazos de colaboración entre México y China en el área de la biotecnología, el CONACyT integró una delegación mexicana constituida por los Dres. Luis Herrera Estrella (Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad, LANGEBIO, CINVESTAV-Irapuato), Juan Pedro Laclette (Foro Consultivo Científico y Tecnológico), Ariel Álvarez Morales (Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados, CIBIOGEM), Lorenza González Mariscal (CINVESTAV-D.F.), Octavio Martínez de la Vega (LANGEBIO, CINVESTAV-Irapuato), Gustavo Viniegra González (UAM-Iztapalapa) y el que esto escribe, quienes estuvieron en la capital china, Pekín (más recientemente conocida como Beijing) por una semana en el mes de abril de 2009.

Se llevó a cabo un seminario en el que se hicieron varias presentaciones, siete a cargo de los integrantes de la delegación mexicana y seis a cargo de la delegación china. En mi intervención presenté un panorama de las áreas de investigación y principales actividades del Instituto de Biotecnología de la UNAM (IBt), destacando los principales logros científicos y tecnológicos y describiendo el carácter multidisciplinario de la investigación. Comenté que



Aeropuerto de Pekín.

artículos científicos publicados por investigadores del IBt han sido citados unas 150 veces por científicos chinos.

Resultó de mi particular interés la presentación del Prof. Qingyu Wu, Director del Instituto de Biotecnología de la Universidad Tsinghua, quien trabaja en aspectos de cultivo de microorganismos para la producción de biodiesel. El Prof. Wu describió su trabajo sobre la producción de biodiesel a base del cultivo de algas en biorreactores, proceso que ha



Un aspecto del seminario conjunto México-China sobre Biotecnología.



Templo.

escalado hasta el nivel semi-industrial en una empresa. Esta es una posibilidad para iniciar una colaboración concreta.

Algunos de los aspectos comentados por integrantes de la delegación mexicana incluyeron: a) darle más visibilidad a los investigadores chinos en México y a los investigadores mexicanos en China, b) identificar las colaboraciones México-China que ya existen con el fin de que éstos contactos pudieran ser, además de los que se establecieron durante nuestra visita, los que inicien o continúen las colaboraciones y la visibilidad mutua, c) un área de oportunidad para la biotecnología mexicana sería la posibilidad de escalar bioprocesos en empresas chinas.

En el día posterior al seminario visitamos dos importantes instituciones: el Instituto de Genómica de Pekín conocido como “BIG” (*Beijing Institute of Genomics*) y la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad de Pekín. En la visita al Instituto de Genómica, el Prof. Jun Yu, Director Asociado, nos hizo una breve presentación de las actividades y logros del BIG. Este Instituto pertenece a la Academia de Ciencias China (CAS, por sus siglas en inglés) y es sin duda una institución líder y de muy alto nivel académico y elevada productividad científica en revistas del más alto impacto (*Science*, *Nature*, *PNAS*). Destaca su trabajo en la secuenciación del genoma del arroz y un buen porcentaje de la secuenciación del genoma humano. El Dr. Yu nos dio también un panorama de la situación de la ciencia en China en los últimos años, donde destaca el dato en el sentido que el gobierno chino esta invirtiendo actualmente cerca del 2 % de su PIB en Ciencia y Tecnología y que este



La Universidad de Pekín. (Escuela de Ciencias de la Vida).

porcentaje ha crecido en un promedio de 20 % anual en los últimos seis años. Asimismo, China invierte cerca del 10 % de su PIB en educación. Posteriormente nos mostraron algunos de los laboratorios, donde destaca su enorme capacidad de secuenciación de material genético.

También visitamos la Universidad de Pekín, posiblemente la más prestigiada de China. La Dra. Hong-ya Gu, Profesora de la Escuela de Ciencias Biológicas, nos presentó un panorama general sobre las actividades de la Escuela, la cual tiene cerca de 1,000 estudiantes y más de la mitad de ellos son de posgrado. La Universidad en su conjunto tiene cerca de 30,000 estudiantes y su proceso de selección es muy riguroso. De forma general, la filosofía básica es hacia la excelencia académica, con énfasis en que su personal académico tenga experiencia fuera de China y hacia las publicaciones de alto impacto.



Estudiantes en el Campo Experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas.



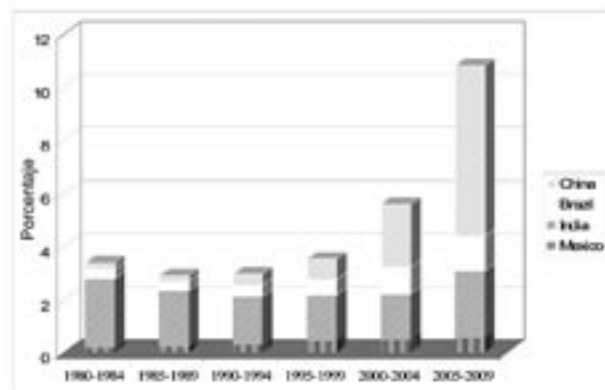
Ejemplos de los equipos fabricados en China y de uso común en sus laboratorios de investigación.

Posteriormente recorrimos brevemente el muy amplio y agradable campus de la Universidad.

Otro día de nuestra estancia visitamos el Instituto de Ciencias Agrícolas, perteneciente a la Academia de Ciencias Agrícolas y el Instituto de Biofísica, dependiente de la CAS. En el Instituto de Ciencias Agrícolas (ICS) fuimos recibidos por el Dr. Wang Shumin, Director General Adjunto, quien estuvo acompañado de varios de los investigadores del propio Instituto, quienes a su vez hicieron una breve reseña de sus respectivos trabajos de investigación. El ICS es un conjunto de entidades, incluyendo algunos de los denominados “Key Labs” (Laboratorios *Clave*), así como laboratorios nacionales de preservación y mejora



Invernadero del Instituto de Ciencias Agrícolas.



Análisis preliminar de la evolución de la contribución de China (y otros países selectos) en las publicaciones indexadas incluídas en una base de datos de biotecnología. De forma global, los datos indican que la contribución china ha pasado de 0.7 % del total mundial en el período de 1995-1999, a cerca de 2.4 % en el período de 2005-2009. Datos cortesía de S. Ainsworth (IBT-UNAM).

de germoplasma. El tipo de trabajo que se desarrolla en este Instituto tiene que ver fundamentalmente con la productividad agrícola y su énfasis es en trabajo de influencia local. Posteriormente visitamos algunas de las instalaciones, destacando los amplios y bien equipados invernaderos.

Visitamos también el Instituto de Biofísica, dependiente de la CAS, en donde fuimos recibidos por varias autoridades e investigadores del Instituto.



Delegaciones china y mexicana en el Simposio de Biotecnología en Pekín.

Nos hicieron una presentación en donde fue evidente el alto nivel académico y de productividad científica del Instituto y también sus ambiciosas estrategias de contratación de personal muy joven pero altamente calificado y con experiencia internacional. Uno de los objetivos explícitos del Instituto es “estar en la frontera del conocimiento”. Sin embargo, también se han generado empresas que ya están siendo exitosas en el mercado chino en los campos de diagnóstico clínico y en la producción de enzimas. Sus principales áreas de investigación son en la ciencia de las proteínas y en las ciencias cognitivas y del cerebro. En el campo de las proteínas destaca su trabajo en la determinación estructural de varias moléculas proteicas, campo en el que han publicado varios trabajos en revistas del más alto impacto (*Science, Nature, Cell, PNAS*). Posterior a la presentación visitamos varios laboratorios, destacando el de proteómica y los equipos de difracción de rayos X. Sin duda se trata de uno de los mejores centros de investigación de China en el área de la biotecnología.



Una arteria de Pekín.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología Chino (MOST, por sus siglas en inglés) tuvo la cortesía de mostrarnos los lugares históricos más interesantes de la ciudad de Pekín y sus alrededores, así como el impresionante desarrollo urbano de la ciudad, incluyendo las magníficas instalaciones olímpicas. Los funcionarios de la Embajada mexicana en Pekín fueron también excelentes anfitriones. China es un gigante que crece a tasas espectaculares. En ciencia, y en particular en biotecnología, su participación mundial también crece a pasos acelerados y cada vez con mayor calidad. Es un gigante con el que sin duda debemos colaborar más activamente.



Institute of Crop Science
Chinese Academy of Agricultural Sciences
中国农业科学院作物科学研究所



Instituto de Ciencias Agrícolas.

Datos particularmente relevantes e interesantes de la visita a Pekín

- La Academia de Ciencias China (CAS) cuenta con cerca de 30,000 académicos en todas las áreas, incluyendo unos 7,000 en las ciencias biológicas, los que aunados a los miembros de su personal académico y estudiantes, suman cerca de 20,000 personas trabajando en este campo.
- Se gradúan cerca de 50,000 doctores al año en China.



Escultura en el Instituto de Biofísica

- Hay actualmente cerca de 100,000 estudiantes chinos estudiando fuera de su país y se calcula que solo regresan a trabajar a China un 20 %.
- El salario de un profesor de alto nivel (v.g. miembro de la CAS) está entre unos 80,000 y 120,000 yuanes anuales (unos \$ 13,400 a 20,000 pesos mensuales). Este salario está determinado hasta en un 50 % por la productividad del investigador. Como referencia se debe decir que el salario mínimo mensual es de 800 yuanes y el seguro de desempleo tiene un monto de cerca de 400 yuanes mensuales. Un yuan es equivalente a dos pesos mexicanos (2009).
- La jubilación de los profesores e investigadores en China es obligatoria a los 60 años.
- Los precios de equipos científicos básicos que se usan confiablemente en los laboratorios chinos (fabricados en China), como incubadoras, campanas, etc., son de 3 a 5 veces menores que los equivalentes en México.
- Hay una firme determinación de los investigadores y del gobierno por ser actores de primer nivel en la

ciencia mundial, sin una presión especial (excepto en algunas pocas áreas) por los aspectos de aplicación de la ciencias. La comercialización de los productos de la ciencia se toma como un subproducto natural y de largo plazo de la ciencia misma (la cual es de muy alta calidad).

- La maximización del *factor de impacto** de las revistas científicas parece ser uno de parámetros más relevantes en el reconocimiento de la ciencia en China. Por ejemplo, a los estudiantes de doctorado se les exige un cierto "puntaje" de impacto para recibirse. En el caso de los profesores, una buena parte del salario está determinado por la cantidad de "puntaje" de impacto que logran sus publicaciones.
- La colegiatura anual de una universidad de prestigio (como la de Pekín) es de cerca de 5,000 yuanes al año (unos \$ 10,000 pesos) y las becas de posgrado son de aproximadamente 2,000 yuanes al mes (unos \$ 4,000 pesos).
- La infraestructura China de investigación (al menos la que visitamos) es comparable en calidad a la que tienen los centros de excelencia en México. Sin embargo, en China es más numerosa y la efectividad de su empleo es mayor.



Entrada a la Universidad de Pekín.

* El "factor de impacto" de una revista científica se define en términos de la frecuencia en que artículos publicados en esa revista se mencionan como referencias (llamadas "citas") en otras revistas científicas. Las revistas *Science* y *Nature* son las que tienen los factores de impacto más altos y se consideran las de mayor prestigio y tienen los estándares más altos para publicar en ellas.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 30 de noviembre de 2009, p. 34-35 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/09_nov_30_china.pdf

Software libre

Jesús Antonio del Río Portilla

Centro de Investigación en Energía, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2011-2012 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Karla G. Cedano Villavicencio

Unidad de Difusión y Extensión, UNAM Campus Morelos

Para comentar sobre las ventajas del software libre (SL) -para leer más consultar http://es.wikipedia.org/wiki/Software_libre- debemos saber de antemano ¿qué es? El software libre no es un programa de cómputo sin costo (aunque puede ser una de sus virtudes). La libertad del Software libre (del inglés *free* software) es en realidad un conjunto de libertades definidas como: 1. La libertad de usar el programa, con cualquier propósito. 2. La libertad de estudiar el funcionamiento del programa, y adaptarlo a las necesidades. 3. La libertad de distribuir copias, con lo que puede ayudar a otros. 4. La libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras, de modo que toda la comunidad se beneficie.

La historia de estas libertades comienza con el uso de las computadoras. En las décadas de los 60's y 70's las computadoras eran compradas por las grandes instituciones educativas, bancarias y militares. Las compañías que vendían las computadoras no comerciaban con el software, sino lo entregaban como un valor agregado a su producto. El software con el que equipaban las computadoras de aquella época (*main frames*) era desarrollado por los usuarios de esos equipos y era compartido libremente para realizar con mayor facilidad las labores de cálculo. Por supuesto esta actitud cooperativa se daba fundamentalmente en el ámbito académico, donde se compartían el código y los datos. Los militares compartían el código y se beneficiaban de los desarrollos académicos, pero no compartían los datos. En cambio, en el uso financiero el desarrollo de software era considerado una herramienta propiedad de la institución al igual que los datos. El sector académico ejercía las cuatro libertades y el sector militar también (notemos que la información no está incluida en las cuatro libertades). Sin embargo, el sector bancario coartaba las cuatro libertades al no divulgar el programa fuente de sus desarrollos. Esto repercutió en el desempeño de sus sistemas. Los que vivimos esa época recordamos que los sistemas bancarios eran una tortura.

Con la llegada de las computadoras personales y de las estaciones de trabajo, en los 80's, las compañías de equipos de cómputo vieron una opción de mercado en la venta del software. Hasta la comunidad académica se

vio limitada y obligada a comprar software. Hacia 1983, cuando Richard Stallman anunció el proyecto GNU, surge un movimiento que pugnaba por las cuatro libertades -para leer más ver http://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento_del_software_libre-. La meta de éste es dar libertad a los usuarios de computadoras al fomentar el uso de software con términos de licencia de software libre. Esto es, se definen varios tipos de licencias de software libre que garantizan las cuatro libertades, así como los derechos de comercialización y de autoría en diferentes niveles.



Otro término usado para designar ideas similares, mas no equivalentes, es el de software de *Código abierto* (*Open Source*). El código abierto permite que otros expertos puedan mejorar los sistemas. El que el código de un programa sea abierto impulsa a la comunidad de desarrolladores a involucrarse en la solución de los problemas del software mismo. Por ejemplo, comparemos al día 1 de octubre (2007) los sistemas operativos Fedora 7 de Red Hat (código abierto) y Windows Vista de Microsoft, en la página de una compañía dedicada a vigilar la seguridad de programas de cómputo, Secunia -<http://secunia.com/>-. Mientras Fedora 7 había resuelto el 100% (25 de 25) de los avisos de problemas de seguridad, Windows Vista tenía todavía el 8% (1 de 13) de avisos pendientes por resolver. La velocidad de respuesta radica en la población de expertos que pueden abordar el problema. Otra ventaja de usar código abierto es la re-utilización de código desarrollado por otros para implementar soluciones más fácilmente.

El uso de código abierto implica una mayor transparencia en los sistemas y en la confianza sobre ellos, lo que ha motivado que varios gobiernos locales en Europa encarguen sus desarrollos bajo este formato. De hecho, varias compañías de software en Morelos han optado por el formato de código abierto. Aunque en Wikipedia dice que en México el gobierno apostó por la opción de software libre, esto no es así -para más información leer: "La revolución topa con el gobierno" J. Zermeño, Enfoque Domingo 9 Septiembre, 2007, Reforma-, basta ver en las noticias las cuantiosas sumas de dinero pagadas por licencias de los sistemas operativos y de herramientas para oficina que paga el gobierno a la empresa de Bill Gates.

El día miércoles 26 de Septiembre de 2007 Oscar Davis escribió en su columna "El poder y la gloria" de La Unión de Morelos, que este dinero de nuestros impuestos se podría destinar para propiciar el desarrollo de empresas locales y utilizar la capacidad

humana generada por instituciones como la UAEM, la UTEZ, la UPEMor, el Tec de Monterrey y el CENIDET. El tener sistemas para la administración pública estatal y municipal, desarrollados en el esquema de código abierto (no datos abiertos) implicaría una confianza plena en la forma en que se llevan nuestros asuntos. Los participantes en estos proyectos, la industria del software morelense y las instituciones académicas de Morelos, se verían directamente beneficiados. Además, el resto de las empresas Morelenses también se beneficiarían al tener una industria de software más activa y lista para resolver sus necesidades de desarrollo informático y de control de procesos. Éste es un ejemplo de lo que el aparato gubernamental de "la tierra del conocimiento" debe impulsar: El consumo de tecnología desarrollada en el Estado por los que habitan y laboran en él.

Para el ciudadano en general, ¿qué beneficios reportaría el uso del software libre? Para empezar, podemos usar el navegador FireFox <http://www.firefoxdescarga.com/>-, este navegador, que sustituye a Internet Explorer, tiene la ventaja de ser más ligero y su uso es similar al del Explorer. También podemos usar OpenOffice -<http://www.openoffice.org/>-para hacer cartas, documentos, hojas de cálculo, presentaciones o llevar una pequeña base de datos. Éste es un programa para oficina, casa o empresa; su uso tampoco difiere grandemente del de Microsoft Office y tiene muchas ventajas, entre ellas su precio y el que sus archivos puedan ser leídos en un solo formato por los sistemas operativos más populares (Windows, Linux, MacOS y Solaris).

El uso del software libre nos hace partícipes del proceso de mejora de nuestro software. Esto incrementa la versatilidad de nuestro interaccionar, el tener diferentes soluciones para diferentes problemas, genera plasticidad en nuestra mente (y la de nuestros hijos), y lo más importante, nos deja ejercer nuestra libertad de elección y decisión.



PROGRAMAS DE LA ACADEMIA



Prólogo

En esta sección se ilustra en detalle el compromiso social de los científicos del Estado de Morelos. Si bien la mera elaboración de este libro, con las contribuciones semanales hacia la divulgación de diferentes temas científicos, es una prueba fehaciente de tal compromiso, la lectura de esta sección nos da un mayor sabor de lo que ocurre en la actualidad en el Estado. El Congreso de Investigación CUAM-ACMor es el de mayor tradición y trayectoria a nivel nacional, enfocado a estudiantes de secundaria y preparatoria. En él los estudiantes ejercitan las destrezas adquiridas durante el año escolar en el método científico, amén de las requeridas para sintetizar una amplia gama de información, presentar un trabajo en público, y aprender a ser cuestionados. Sin embargo, de igual importancia, son las destrezas que adquieren los investigadores para interactuar con estos estudiantes jóvenes, pues desarrollan la sensibilidad para comprender su nivel de familiaridad con el método científico y con los conceptos científicos de un área en particular. Esto es, los investigadores “se deben bajar” al nivel de preparatoria o secundaria, cuando están acostumbrados a los niveles de maestría, doctorado y post-doctorado. Sólo así pueden comprender y criticar constructivamente los trabajos del Congreso en su papel como evaluadores y, sobre todo, apreciar las motivaciones de los estudiantes para abordar los proyectos presentados. Dichas destrezas son fundamentales para que los investigadores también funjan como tutores y asesores de proyectos de estos niveles escolares. Es posible valorar, así, que los jóvenes estudiantes desean conocer mejor su realidad cotidiana y que sus proyectos pueden reflejar una gran creatividad e imaginación.

Este mismo espíritu embarga a los programas de las Olimpiadas en Matemáticas y Química. Gracias a la labor de los científicos y profesores morelenses, el Estado

de Morelos ha pasado de un lugar modesto a uno prominente, en unos cuantos años, en el ámbito nacional e internacional, aportando un buen número de campeones olímpicos y delegaciones muy competitivas. También, como se relata en los artículos correspondientes, los científicos morelenses realizan visitas a las escuelas estatales para promover la ciencia y sus alcances, muchas veces a jóvenes que tradicionalmente no tendrían acceso a los investigadores que realizan trabajos de frontera.

En cuanto al programa “La Ciencia en tu Escuela”, es interesante notar que aunque se inició en la Ciudad de México adquirió la mayor fuerza en el Estado de Morelos, más que en cualquier otra entidad federativa, por el compromiso de los científicos morelenses de colaborar en la actualización y preparación continua de los maestros del Estado. Ciertamente, de acuerdo al espíritu señalado, este programa también ha contribuido a que los científicos se sumerjan en el mundo del magisterio estatal, entendiendo cómo puede establecerse un diálogo recíproco que fortalezca la cultura científica de la sociedad y se logre una influencia efectiva en mejorar la educación a nivel secundaria. En este mismo contexto tenemos el programa de “Pauta”, en donde los investigadores dedican un esfuerzo para detectar y estimular a aquellos jóvenes que muestren una vocación científica prometedora.

Deseamos, pues, que esta sección sirva de inspiración para otros muchos otros esfuerzos similares que se requieren urgentemente en todo el país.

Edmundo Calva Mercado

XXI Congreso de Investigación CUAM-ACMor: fiesta de iniciación de jóvenes en la ciencia y la tecnología

Agustin López Munguía

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

El pasado viernes 30 de abril (2010), día en que en nuestro país celebramos a los niños, Laura Serrano y Nathali Chávez se levantaron temprano, imagino que como todos los días, para asistir al Centro Universitario Anglo Mexicano, mejor conocido como CUAM-Morelos, donde por la ocasión número veintiuno se vivió una jornada más del “Congreso de Investigación”. Laura y Nathali, son sólo dos de los varios cientos de jóvenes que ese día presentaron cerca de 200 trabajos de investigación. Ellas estudian en el CBTis 194 (Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios) en Ciudad Ayala, Morelos y durante esta alegre jornada, en un escenario libre de las paredes que separan las escuelas, se codearon e intercambiaron risas y pláticas con otros jóvenes provenientes de la Preparatoria Héroes de la Libertad, del Colegio Marymount, de la Escuela Nacional Preparatoria Plantel No 1, del Centro Universitario

México, del Colegio Columbia y de más de una docena de secundarias públicas y privadas ...entre otras 33 escuelas; escucharon la presentación de trabajos de investigación en español cantado a veces con tonalidades chiapanecas, acapulqueñas, capitalinas y de otros estados de la República, desde donde los jóvenes se desplazaron para vivir esta jornada. Si bien parte de este recuento se basa en el caso de Laura y Nathali, podría ser también el de Diego Daniel, Diego Emilio, Alonso y Mauricio o el de Ana Elena y Francisco o el de Verónica, Adriana y Lourdes, o el de muchos otros, que vivieron la conclusión de una aventura de varios meses en la investigación. Escribir sobre todos estos impetuosos jóvenes es imposible pues sólo la lista de sus nombres agotaría este espacio, pero hay mucho en la historia de Laura y Nathali que se parece a la de los demás: son historias de jóvenes que, solos o en grupo, decidieron aceptar el reto



Laura Serrano y Nathali Chávez con su asesora, la Profa. Mayra O. Valdéz.



lanzado por el CUAM y por la Academia de Ciencias de Morelos, pero sobre todo por ese ejército de héroes que son las decenas de profesores que en sus escuelas (secundaria o preparatoria) insisten cotidianamente en que los jóvenes abran e incorporen en su vida amplios espacios para la ciencia y el conocimiento.

Laura y Nathali en su experiencia como estudiantes de la especialidad en enfermería hicieron una observación contundente; una observación certificada por un organismo mundial encargado de salud pública. A saber, que se aplican millones de inyecciones al día en el mundo y que el riesgo que se corre por una aplicación incorrecta en los casos en los que se requiere de un ángulo de aplicación determinado, son catastróficos, sobre todo para recién nacidos. ¿Podemos hacer algo? -se preguntaron-, iniciando así, un proceso de recopilación de información, consultas, ensayos, más consultas, más ensayos, talleres, demostraciones, hasta llegar al desarrollo de una base plástica esterilizable que permite la aplicación precisa de una inyección a 45 ó 90 grados. Los miembros del jurado escuchamos su relato, observamos su cartel, pasamos los aditamentos de mano en mano, -unos quizás rememorando su relación personal con las inyecciones, otros seguramente visualizando los tejidos necrosados que podrían evitarse si esta idea funcionase-. Pero sobre todo, observábamos a estas dos jovencitas de controlado nerviosismo, de uniforme blanco y con el rostro resuelto en una sonrisa de plenitud.

Sí, Laura y Nathali sonreían, pero no por haber obtenido el primer lugar en la categoría de Ciencias Químicas y Biológicas -lo que describo sucedió antes de la premiación- Sonreían con esa misma sonrisa -a

veces franca, a veces nerviosa- que surgía de manera natural en la mayor parte de los estudiantes. Sonreían orgullosos aquellos que nos mostraban las especies de aves que habían observado regresar al Gran Canal, como consecuencia del Plan de Recuperación Ecológica en el Valle de México; sonreían preocupados los que usando ratones nos mostraban el daño que puede hacer un medicamento caduco; y sonreían satisfechos quienes lograron demostrar que no sólo era cierto que los barandales del metro están infestados de bacterias, sino que también las ventanas están pobladas de verdaderas faunas microbianas. Así transcurrió una larga jornada de historias contadas en 5 minutos, que fue también una larga jornada de sonrisas cultivadas desde meses atrás, cuando cada uno de estos jóvenes decidió perseguir una pregunta.

En efecto, en buena medida hacer ciencia trata de hacerse preguntas e intentar contestarlas. Con el apoyo de sus maestros y del conocimiento existente,



de Internet, de libros y de consultas, y en muchos casos de experimentos de campo y de laboratorio, estos jóvenes hicieron el ejercicio de contestar una pregunta. Unos, con martillo y cincel, -quiero decir con aparatos rudimentarios- otros, aunque los menos, con sofisticadas herramientas analíticas. Unos con preguntas complejas del mundo celular: ¿Cómo está ensamblado el genoma de un virus?, otros con preguntas más de nuestro mundo macroscópico: ¿Qué tanto está afectando la corrosión atmosférica a la ciudad de la eterna primavera? Hacerse preguntas motiva a los estudiantes, en la búsqueda de las respuestas, a interesarse y a explorar aspectos de la ciencia que quizás en clase no les hubieran llamado la atención. Así, preguntándose ¿Cómo recircular el agua de la regadera? o ¿cómo captar la energía solar para resolver el problema en un hogar?, puede llevar a los estudiantes a la termodinámica con más ímpetu y entusiasmo que a partir del enunciado de la primera ley; puede estimular también la discusión y adentrarlos en el complejo terreno de la búsqueda de información. En los casos de las preguntas más básicas, este proceso lo puede llevar a una frontera que para muchos resultará apasionante: ¡hasta aquí llega el conocimiento actual!, Y finalmente, a hacer contribuciones: ¡Gracias a mi trabajo ahora la comunicación con los sordomudos es más fácil! o ¡el desarrollo de nuestra idea permite disponer de un sismógrafo personal! (por citar dos logros de proyectos ganadores); y por lo pronto, a mí que me inyecten con el aditamento de Laura y Nathali. Que

bueno que ese viernes 30 de abril ellas, como todos los jóvenes asistentes decidieron vivir la experiencia de exponerse, de escuchar críticas a su pregunta y a sus métodos para contestarla, de responder a la crítica con argumentos surgidos de la experiencia que acumularon a lo largo de los varios meses de trabajo; sin duda se enriquecieron también atestiguando cómo otros jóvenes abordaron sus propias preguntas. Nosotros, privilegiados jurados, atestiguamos un ambiente de manifiesta satisfacción personal. La satisfacción de tener una respuesta para su pregunta; de haber encontrado el placer en el trabajo cotidiano dedicados a su idea, a su proyecto, a su pregunta.

La educación científica es esencial para formar jóvenes con capacidad de participar activamente en la sociedad de nuestros tiempos; para ello es importante que los jóvenes puedan adentrarse en principios y conceptos científicos, así como en las prácticas que hacen posible la investigación, la comprensión y la comunicación de ideas. Esa es la gran virtud del Congreso del CUAM-ACMor al permitir a los jóvenes iniciarse en el quehacer científico. Independientemente de si los participantes en el evento seguirán una carrera científica o no, sin duda alguna su nivel de participación en la sociedad será más importante mientras mejor sea su nivel de educación en la ciencia. Que sepan leer, escribir y comunicarse en el lenguaje de la ciencia, es imperativo para participar, discutir y tomar decisiones como miembros de una sociedad moderna, democrática y cada vez más globalizada. Es así como se construye una sociedad basada en



la razón y no en la violencia; en la discusión y no en la imposición; en el esfuerzo, la curiosidad y la búsqueda y no en la desidia, la sumisión o la renuncia; No, no había “ñoños” ahí, sólo había jóvenes con mucho futuro. Estoy seguro que como Laura y Nathali, muchos jóvenes se benefician de esta experiencia aprendiendo a no quedarse pasivamente con la duda, sino a vivir buscando respuestas; a no quedarse cruzadas de brazos ante un problema, sino a buscar maneras de solucionarlo.

En la ciencia se vive también de los reconocimientos y es justo reconocer que muchos jóvenes pudieron estar ahí, gracias al “equipo” de la ACMor que apoya este congreso y que está integrado por Julia Tagueña, José Luis Puente, Enrique Galindo, Edmundo Calva y Alma Caro (Secretaria Ejecutiva de la ACMor). Los directivos del CUAM son también dignos de elogio. Alma Ayala, del CUAM, ha sido el motor de esta aventura que poco a poco va prendiendo en las instituciones públicas y privadas del Estado y del país. Una buena señal en esa dirección es el Proyecto FOMIX con el que el CONACyT y el Gobierno del Estado se suma a este esfuerzo financiando a los ganadores que vayan a competencias internacionales y a alumnos y profesores que desde fuera de Cuernavaca, participen en el congreso del próximo año. Pero sobre todo, y más que a ninguno, el reconocimiento debe ir a las decenas de profesores que



apoyaron, entusiasmaron y guiaron a sus muchachos. No, a pesar de la violencia, y de su pésimo equipo de fútbol, no coincido con la opinión del técnico de la selección: este no es un país jodido, sino un país lleno de esperanza.



Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 7 de junio de 2010, p. 36-37 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/10_jun_07_congreso.pdf

Los primeros 20 años del congreso CUAM-ACMor: una visión joven de la ciencia en México

José Luis Puente

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

La vigésima primera edición del *Congreso de Investigación CUAM-ACMor*, el cual está abierto a todas las secundarias y preparatorias, públicas y privadas, que quieran participar, se llevó a cabo los días 29 y 30 de abril de 2010 en las instalaciones del Centro Universitario Anglo Mexicano de esta Ciudad de Cuernavaca. En el marco de esta convocatoria, resulta relevante recordar que durante el mes de abril del 2009 se llevó a cabo la vigésima edición de dicho evento. En esa ocasión se contó con la participación de cerca de 600 estudiantes provenientes de 35 escuelas de 5 entidades federativas, quienes presentaron 211 trabajos a un público que incluyó más de 800 estudiantes, así como profesores, investigadores y familiares. Si bien para algunos podría tratarse de una feria más de ciencias en la región, para muchos este evento, pionero en su tipo, ha destacado como un esfuerzo constante de esta Institución educativa

por acercar a los jóvenes de secundaria y preparatoria al quehacer científico y transmitirles el valor de la ciencia. Asimismo, ha sido una oportunidad de detectar jóvenes talentosos e interesados en el desarrollo de una carrera científica, quienes han recibido apoyo para ampliar su experiencia participando en el programa de los “Veranos de la Investigación Científica”, becados por la Academia Mexicana de Ciencias, y en el programa “Veranos Morelenses de Investigación”, en cuyo marco la Academia de Ciencias de Morelos, A.C. (ACMor) consigue espacios en los laboratorios para que realicen un proyecto de investigación.

El congreso también juega un papel central en la divulgación de la ciencia y en promover su enseñanza. En un intenso primer día de actividades, el CUAM fue sede de dos importantes mesas redondas dirigidas a estudiantes, profesores, académicos y público en general. En la primera, “Energía y cambio climático





centro
universitario
anglo mexicano, s.c.
preparatoria



ACADEMIA DE CIENCIAS
DE MORELOS, A.C.

Durante estos 20 años del congreso CUAM-ACMor han participado alrededor de **9,600 alumnos** provenientes tanto de escuelas públicas como privadas de hasta siete estados de la República, quienes han presentado en su conjunto **3,236 trabajos**. Los ganadores de cada edición son seleccionados después de dos rondas de evaluación en las que se consideran criterios como la originalidad y creatividad, el impacto social, científico y tecnológico, el contenido metodológico, la presentación del cartel y su exposición tomando en cuenta la calidad y manejo de la información, así como el conocimiento del tema. De este proceso surgen los primeros lugares y menciones honoríficas para cada área. **Como resultado de la vigésima edición del congreso, tres de los estudiantes ganadores que representaron a México en eventos internacionales fueron galardonados.**



¿qué nos depara el futuro?”, participaron destacados científicos mexicanos para sensibilizarnos sobre la importancia que tiene estar concientes del deterioro del ambiente, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático. En la segunda mesa redonda, “Los Estudios del Genoma, Procesos de Adaptación y Células Madre, claves fundamentales en la Medicina del Futuro”, expertos en el área nos hablaron del futuro del campo y su impacto en la salud. Asimismo, se presentó el seminario “Metodología de la Investigación”, que contó con la participación de más de 50 profesores de diferentes escuelas secundarias y preparatorias y en la que distinguidos investigadores compartieron sus experiencias en torno a la enseñanza de la ciencia a nivel medio y medio superior. Este primer día, también permitió a los estudiantes hacer una primera presentación de sus trabajos a los asistentes interesados.

Durante el segundo día de actividades los estudiantes tuvieron la experiencia de defender, ante un jurado seleccionado especialmente para cada área, los resultados de su proyecto de investigación. Ahí, los investigadores que participamos como jurados nos encontramos con caras ingenuas, asustadas, indecisas, emocionadas y nerviosas, pero ante todo muy jóvenes. Es esta la imagen que proyectaban los estudiantes el día que culminaba el esfuerzo de las últimas semanas o meses, que con el paso del tiempo, y en particular en este día, representó un asunto serio, ya que se encontraron ante la responsabilidad de demostrar la preparación adquirida y de defender el producto de ese esfuerzo personal y el de sus compañeros de equipo. Esto ante un público que combinaba otros rostros expectantes y nerviosos, con los de un jurado que conjuntaba experiencia en el área en la que esos jóvenes eligieron participar. Para el jurado fue un asunto también serio, porque involucró evaluar el esfuerzo de jóvenes estudiantes que decidieron participar en un ejercicio que los acercó a la actividad científica, a derrochar creatividad, a convivir con científicos de su país y descubrir que éstos son personas comunes y corrientes que aman y disfrutan intensamente lo que hacen, y que estuvieron dispuestos, como sus profesores, a compartir con ellos



esta experiencia, así como a reconocerla y enriquecerla. Para la mayoría de nosotros como jurados ver a los jóvenes responder a las preguntas o reaccionar a las sugerencias, los comentarios positivos y al reconocimiento del jurado y del público en general, representa tal vez una vuelta nostálgica a nuestros principios, a los momentos iniciales que fueron forjando nuestra vocación. Sin embargo, es también un aliciente, una motivación adicional y la confirmación de que, como en cualquier ámbito profesional, la ciencia en México tiene un futuro promisorio porque cuenta en sus jóvenes con el potencial y el talento para seguir adelante, tener continuidad, crecer en calidad e impacto, pero sobre todo para que la ciencia influya en nuestro destino como sociedad y en el destino de un país con cada vez más necesidades. Muchos de ellos son jóvenes preocupados por el cuidado y aprovechamiento de los recursos naturales y el impulso del desarrollo sustentable, por la salud de la población, por entender el comportamiento de la naturaleza; otros están interesados en el desarrollo tecnológico en beneficio de la sociedad, y otros en el desarrollo de las humanidades con miras a hacer más conciente e informada a la población en aspectos importantes de la vida cotidiana. En su conjunto proyectan esa energía que el desarrollo de este país en cualquier ámbito necesita y es nuestra responsabilidad que esa energía no se disipe, sino que se canalice en beneficio de los jóvenes en lo personal, de su comunidad en lo particular y del país en lo general.

Seguramente muchos de estos muchachos no optarán por seguir los pasos de una carrera científica, pero sin duda esta experiencia les permitirá apreciar la labor científica y sus alcances, así como el impacto que tiene para el desarrollo de la sociedad y su país. A su vez, al desarrollar un proyecto y participar en el congreso, involucran a su familia y amigos y en esta práctica ayudan a divulgar la ciencia y a generar conciencia sobre su importancia. Los estudiantes que han participado en estos 20 años ya no son interlocutores pasivos cuando del tema se habla, y esto los vuelve divulgadores y promotores a su vez. De esta manera, en el contexto de un Estado que se proyecta como la Capital Científica de México al contar con 39

centros e institutos de investigación y cerca de 2000 investigadores, de los cuales casi 800 son reconocidos por el Sistema Nacional de Investigadores, la población estará cada vez más informada y será más sensible de las ventajas que tiene generar una cultura y una infraestructura científica que permita a México ser autosuficiente y superar los problemas a los que ya tenemos que hacer frente o que enfrentaremos en un futuro cada vez más cercano.

Resulta importante resaltar la labor realizada por la Academia de Ciencias de Morelos al convocar año con año a las escuelas a participar en este congreso y a la comunidad científica del estado, en particular a sus miembros, a involucrarse como asesores de los alumnos o como jurados del evento. Asimismo, al difundirlo particularmente a través de su página de Internet y en *La Unión de Morelos*.

La página de la ACMor (www.acmor.org.mx) se ha convertido en el portal que publica y pone a disposición de la población en general el acervo de los resúmenes de los trabajos presentados por los alumnos en las últimas ediciones del congreso, lo cual se ha convertido también en una fuente de consulta para alumnos y profesores. La ACMor participa también en la consecución de recursos para apoyar actividades del congreso y en la organización e impartición anual del seminario para profesores-asesores sobre "Metodología de la Investigación".



Termino felicitando a la Lic. Alma Irma Ayala López, así como a todos aquellos que gracias a su atinada guía han posicionado al Congreso CUAM-ACMor como uno de los más importantes encuentros de jóvenes interesados en la labor científica y humanística. Asimismo, mi agradecimiento al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, que a través del Fondo Mixto CONACyT-Gobierno del Estado de Morelos (convocatoria 2009-1), recientemente ha reconocido y apoyado este esfuerzo, fomentando así la enseñanza de la ciencia en nuestro estado.

Cuando los jóvenes investigan

Julia Tagüeña

Centro de Investigación en Energía, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Es un lugar común decir que “el tiempo pasa volando”, pero no puedo dejar de pensar en esta metáfora al asistir como jurado al XIX del Congreso de Investigación, con sede en el Centro Universitario Anglo Mexicano (CUAM) de Cuernavaca Morelos y recordar que llevé a mis alumnos al primero de todos, en 1989. En ese entonces mi familia y yo nos habíamos mudado hacía tres años a Cuernavaca, a trabajar a lo que hoy es el Campus Morelos de la UNAM. Como mis hijos eran pequeños, me pareció una buena idea dar clases en su escuela, el colegio Williams de Cuernavaca. Ahí, sin conocerme en lo absoluto, fui muy bien recibida como maestra temporal. Cuando inauguraron su preparatoria, pedí la clase de “Métodos de Investigación”, convencida como lo sigo estando hoy, de que la investigación es el camino para un desarrollo del pensamiento hacia una vida mejor. En eso me llegó una invitación al primer congreso del CUAM, se esperaban carteles de investigaciones realizadas por los jóvenes y yo rápidamente los inscribí. Llegado el día, nos presentamos con gran entusiasmo y resultó que ¡éramos los únicos participantes externos! La invitación de su organizadora, la entusiasta y debo decir visionaria Alma Ayala, había pasado desapercibida. Hoy nos reímos de aquel día. El cambio es espectacular. Este XIX Congreso (2008) contó con 180 trabajos de investigación elaborados por aproximadamente 600 alumnos de secundaria y preparatoria de diferentes escuelas tanto públicas como privadas, provenientes de la Ciudad de México y de los estados de Guerrero, Tabasco, Quintana Roo y, destacadamente, de Morelos. Durante la vida de este Congreso, se han presentado más de 3000 trabajos de investigación, elaborados por 8000 alumnos de 120 diferentes escuelas.

Morelos es el único estado con una Academia de Ciencias propia, siempre comprometida con el desarrollo de la ciencia en el Estado y la Academia

de Ciencias de Morelos, A. C. (ACMor) desde hace 15 años ha apoyado en la promoción del evento. La participación como evaluadores de destacados investigadores miembros de la ACMor es una parte medular en este evento, ya que los alumnos se enriquecen de su experiencia, sus comentarios y sugerencias. En estos diecinueve años, han participado más de 160 diferentes investigadores como parte de las Comisiones Evaluadoras. El evento también ha sido apoyado desde hace varios años por diversas instituciones, particularmente por los Institutos de Biotecnología, de Ciencias Físicas y los Centros de Ciencias Genómicas, de Investigación en Energía, de la UNAM, y la Facultad de Ciencias de la UAEM.

A partir de este año (2008) el CUAM y la ACMor han convocado conjuntamente a la comunidad. Asimismo, a través del establecimiento del programa de “Veranos Morelenses de Investigación”, ha promovido que los ganadores del primer lugar participen en una estancia corta en algún Centro de Investigación del Estado. También la Academia Mexicana de Ciencias, A. C. (AMC) desde el año de 1994 hasta la fecha otorga becas del Programa “Veranos de la Investigación” para los alumnos ganadores.

En realidad los jóvenes investigan siempre y no digamos los niños, que son unos investigadores natos. Es gracias a sus múltiples preguntas que van aprovechando su enorme capacidad de aprendizaje. Es importante transmitir a los jóvenes que aunque la investigación es un proceso que practicamos en nuestras actividades cotidianas, puede ser perfeccionado y es fundamental para mejorar nuestra calidad de vida. El afán de aprender dura toda la vida. Así, la investigación es un motivador del pensamiento crítico y la creatividad. Este es justamente el lema de este XIX Congreso de Investigación realizado el pasado miércoles 23 de abril de 2008 en las instalaciones del CUAM.

Este congreso se inauguró con autoridades educativas del CUAM, el Presidente de la ACMor, el Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos y la Directora General de Incorporación y Revalidación de Estudios de la UNAM, en un auditorio lleno de jóvenes emocionados, con sus maestros y algunos padres de familia. Los jurados evaluadores en las primeras hileras, con directores de entidades, e invitados especiales del mundo de la investigación. Algunas palabras, la inauguración y a trabajar. Los carteles habían sido





ubicados en diferentes salones y cada evaluador recibió una carpeta muy bien organizada de a dónde le tocaba ir. Ya en cada salón, cada participante tiene cinco minutos para explicar su trabajo. Tiene mérito pararse en frente de sus compañeros y de los jurados, unos más nerviosos, otros más decididos. La tarea de los jurados es escuchar, hacer preguntas y escoger a los dos trabajos mejores para la segunda vuelta.

Cuando terminó la primera fase, nos reunimos los jurados de cada área para decidir qué trabajos pasarían a la segunda fase. En ella, ya todos los jurados juntos, escuchamos a los finalistas, otra vez 5 minutos. Ya más seguros, inclusive incorporando algunos comentarios previos, los jóvenes volvieron a presentar su cartel y su trabajo. Nos volvimos a reunir los jurados, ya para definir los primeros lugares y las menciones honoríficas. Es difícil hacer esto, porque todos tienen sus méritos y todos merecen un reconocimiento. Sin embargo, la evaluación es parte del trabajo profesional. Y otra vez al auditorio, lleno

de jóvenes cansados pero contentos. Alma Ayala leyó los resultados, salieron los premiados, entre aplausos y gritos de apoyo, a recogerlos, sonrientes, posando para las fotos. Seguro que esta experiencia afectará decisiones futuras en su vida. Mañana muchos de ellos irán a congresos de “adultos” y recordarán este día.

Sí, el tiempo pasa volando, pero es muy importante no perder en el camino ni el entusiasmo, ni la motivación, ni dejar de luchar porque nuestra sociedad tenga cada vez mayor cultura científica y tecnológica lo que sin duda reeditará en un país más equitativo y más desarrollado. Por eso quiero felicitar a todos los participantes de este congreso, tanto alumnos como maestros, al grupo CUAM, al Comité Organizador, a la Academia de Ciencias de Morelos, a su presidente (2007-2008) Enrique Galindo y desde luego a Alma Ayala, la presidenta del comité organizador, por la idea original y por consolidarla. Finalmente, no lo olvidemos, son las personas las que hacen brillar a las instituciones.

Cómo iniciar un proyecto de investigación en la secundaria o preparatoria

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

Profesor del curso “Metodología de la Investigación” en la preparatoria del Colegio Marymount de Cuernavaca
Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos A.C.

La investigación científica es una actividad que se aprende fundamentalmente con la práctica y observando de cerca el trabajo de los científicos más experimentados. La investigación es inherente a la curiosidad natural del ser humano y puede llevarse a cabo desde fases muy tempranas de la educación formal y de hecho es muy recomendable que los estudiantes tengan esa experiencia. La participación de los alumnos en proyectos de investigación permite que los jóvenes desarrollen habilidades y destrezas que serán aplicables en cualquiera que sea su actividad en su vida futura. La Sociedad actual demanda ciudadanos que tengan un dominio mínimo del conocimiento científico.

¿Cómo decidir un tema de investigación en la secundaria o preparatoria?

Esta pregunta no tiene una respuesta única y la creatividad e incluso ingenuidad de los estudiantes, junto con el buen criterio e iniciativa de los profesores o investigadores, no tienen sustituto. Sin embargo, hay que decir que todo proyecto, independientemente del nivel de los estudiantes, debe ser INTERESANTE, ORIGINAL, VIABLE y debe contar CON SUPERVISIÓN. Debe asimismo corresponder a un tema que sea ACCESIBLE al nivel de conocimientos de los alumnos. Los temas de investigación frecuentemente surgen como inquietudes de los propios estudiantes o bien por sugerencias de sus profesores. Los investigadores son una fuente muy rica de temas de investigación. En México hay cerca de 16,000 (al 2008) investigadores reconocidos por el SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI) y cerca de 800 de ellos se encuentran en Morelos, un número que equivale a tres veces la media nacional por habitante. La lista de los miembros del SNI que trabajan en Morelos se puede consultar en: www.acmor.org.mx. Ellos pueden ser una fuente confiable de temas para hacer investigación, sobre todo porque lo hacen de tiempo completo y tienen amplia experiencia. Podría pensarse que estos investigadores no están interesados en proponer y/o dirigir proyectos a nivel medio o medio superior, pero la experiencia indica lo contrario. Además, también pueden apoyar al desarrollo de la investigación, permitiendo el uso de las instalaciones donde laboran.

Resulta deseable que los alumnos tengan acceso a fuentes confiables de información que pudieran servirles como referencia o antecedentes. Sin embargo, a diferencia de la amplia información disponible en la literatura científica especializada para los investigadores profesionales, los estudiantes de los niveles medio y medio superior hasta el momento no contaban con información sistemática y de calidad que hubiera sido generada por otros estudiantes de su nivel.

¿Dónde conseguir información sobre temas de investigación?

Para decidir un proyecto específico de investigación es indispensable tener información sobre lo hecho previamente sobre el tema. Si no se cuenta con esta información, resulta imposible establecer la originalidad del proyecto planteado. Para el caso de la secundaria o preparatoria, es válido que la originalidad sea parcial o de enfoque. Afortunadamente, en Morelos se tiene una amplia tradición y experiencia en el entrenamiento de estudiantes de los niveles medio y medio superior en aspectos de investigación científica.

El Centro Universitario Anglo Mexicano (CUAM) de Cuernavaca, ha organizado anualmente un “Congreso de Investigación”, específico para estudiantes de secundaria y preparatoria/bachillerato de diferentes escuelas del país. Este congreso se ha desarrollado ininterrumpidamente desde 1989 y en él han participado un total histórico de casi 120 diferentes escuelas. El congreso tiene la característica singular que los jurados del evento son investigadores del más alto nivel. Sin embargo, la enriquecedora experiencia que significa tanto para los alumnos como para los maestros, el participar en esos congresos, no había podido compartirse de una forma más amplia, pública y de fácil acceso.

La Academia de Ciencias de Morelos, en colaboración con el CUAM-Morelos ha decidido establecer una base de datos, disponible en internet (www.acmor.org.mx), que incluye los RESÚMENES de los trabajos presentados en las versiones más recientes del “Congreso de Investigación”, con el propósito de que sea útil para los estudiantes que

están por decidir un tema de investigación. Se espera que la información sea fuente de ideas, de temas y de “inspiración” para nuevos proyectos y que también sirva para documentar mejor los antecedentes de un proyecto y contribuir a que éstos tengan cada vez más elementos de originalidad y que sean realizados con mayor rigor.

Por otra parte, en colaboración con el Colegio Marymount de Cuernavaca, se han incluido **REPORTES COMPLETOS** de trabajos de investigación, cuyo contenido ha sido supervisado y “arbitrado” por investigadores profesionales. En esa misma base de datos se incorporarán reportes en extenso de los trabajos ganadores del “*Congreso de Investigación CUAM*” y que hayan sido revisados y aprobados por investigadores miembros de la Academia de Ciencias de Morelos.

Debido a que en la actividad científica el reconocimiento al trabajo de investigación inicia por los propios investigadores, los estudiantes deben tener en cuenta que el desarrollo científico requiere del trabajo de una comunidad y por ende del reconocimiento académico entre pares. Quienes usen información de esta base de datos deberán dar todo el crédito correspondiente a los autores de los trabajos que se consulten y/o se usen como referencia. Se deberán indicar los nombres de los autores, el título del trabajo y el lugar o evento en donde se presentó o publicó y la fecha de publicación. No citar la fuente de información que se usó o consultó para la elaboración de un trabajo se considera una falta grave de ética en la práctica científica/intelectual.



Las Olimpiadas de Matemáticas

Radmila Bulajich

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Larissa Sbitneva

Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

En 2005, México tuvo el privilegio de ser escogido el país anfitrión de la 46a Olimpiada Internacional de Matemáticas (46o IMO, por sus siglas en inglés). En Mérida, Yucatán, se recibieron a las delegaciones de 92 países provenientes de los cinco continentes. Años atrás, en 1981, fue la primera vez que en una Olimpiada Internacional participaron los cinco continentes, representados en aquella ocasión por 27 países.

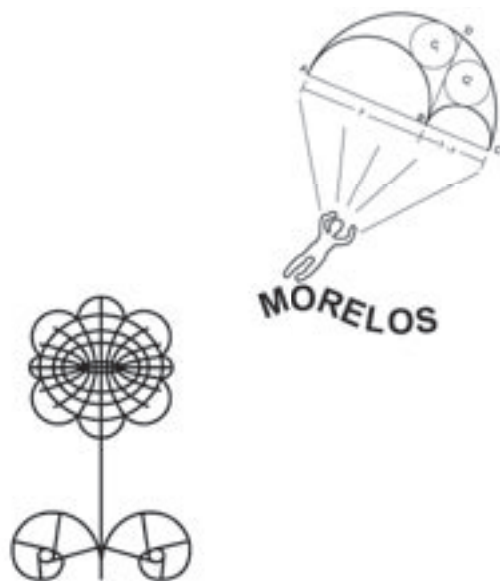
Quinientos veinticinco jóvenes se reunieron en el Centro de Convenciones de la ciudad de Mérida, para resolver seis problemas de matemáticas, tres problemas en cada uno de los dos días de examen. Cada participante recibe, tradicionalmente, el examen en su propio idioma, por lo que los problemas se podían leer en más de 50 idiomas distintos. Los miembros del comité evaluador tienen la tarea de calificar los exámenes en el idioma de cada uno de los participantes. En este concurso un joven morelense, Pablo Soberón Bravo, ganó una medalla de bronce;



resultado que él mismo superó en 2006, en Slovenia (47o IMO), donde logró la primera medalla de oro para México en la Olimpiada Internacional. Cabe destacar que ésta no fue la única medalla que Pablo Soberón obtuvo, ya que se hizo merecedor de otras medallas de oro, plata y bronce en varias olimpiadas internacionales en las que México participa.



La Dra. Bulajich con la delegación mexicana.



Olimpiada Mexicana de Matemáticas

¿Desde cuándo México participa en olimpiadas internacionales de matemáticas?, ¿cómo se forma la delegación mexicana?

En 1987, la SEP le otorgó un voto de confianza a la Sociedad Matemática Mexicana (SMM), para que fuera ella quien organizara, difundiera y realizara la Olimpiada Mexicana de Matemáticas. Ese mismo año la SMM se compromete con el proyecto y organiza por primera vez el concurso nacional de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas (OMM). Éste se celebró en la ciudad de Xalapa, Veracruz, en el mes de noviembre, durante el Congreso de la SMM. Los ganadores de este concurso fueron preparados por los miembros del comité de la OMM, para competir en la 29o IMO en Canberra, Australia, en julio de 1988.

En el primer y segundo concursos nacionales de la OMM asistieron únicamente los ganadores de 12 concursos regionales, que se realizaron previamente. A partir del tercer concurso nacional ya había participación de muchos de los Estados de la República. Desde 1996 ya se habían nombrado delegados de la OMM en cada uno de los Estados.



Pablo Soberón Bravo.

El primer ganador de una medalla de oro para Morelos en un concurso nacional fue Armando Paulino Preciado Babb (4o concurso nacional Guanajuato, Gto, 1990). Él más tarde participó en la preparación de los alumnos morelenses; en particular, podemos destacar que fue entrenador de Pablo Soberón y Aldo Pacchiano Camacho, otro de los ganadores de medallas en concursos internacionales.

Al igual que en las olimpiadas deportivas, la estafeta pasa de los ex-olímpicos a los olímpicos, ya que éstos se convierten en entrenadores de los equipos venideros. Es así como uno de los primeros entrenadores de los equipos morelenses, cuando la UAEM toma a su cargo la formación de los olímpicos, fue Carlos Alfonso Cabrera Ocañas, ganador de la primera medalla de bronce para Morelos, en una de las olimpiadas internacionales en las que México participó (7o Olimpiada Iberoamericana de Matemáticas Caracas, Venezuela). México inició su participación en las Olimpiadas Iberoamericanas de Matemáticas a partir de la 4a edición (Habana, Cuba, 1989). Ese mismo año México participó por primera vez en la Olimpiada de la Cuenca del Pacífico, concurso que se lleva a cabo por correo. Posteriormente, México fungió como promotor en la organización de la Olimpiada Centroamericana y del Caribe que se realizó por primera vez en Costa Rica en 1999.

¿Cómo se organiza la preparación de la delegación que representa a nuestro estado a nivel nacional?

Morelos inició su participación como Estado a partir del tercer concurso nacional (1990). La organización del concurso estatal, desde ese año hasta 1995, estuvo en manos del Centro de Divulgación de la Ciencia A.C. (CEDIAC) que tenía sus oficinas en la Casa de la Ciencia. La directora del CEDIAC era la maestra Cristina Ledesma Villar y el delegado



Olimpiada Internacional de Matemáticas 2010.

por Morelos de la OMM era el físico Luis Villalobos Muro. No se tienen los datos de todos los participantes en el concurso nacional durante esos años, pero sí sabemos quienes fueron algunos de los ganadores de medallas en dichos concursos. A partir de 1996, el Estado de Morelos cambia de delegado y la organización de la etapa Estatal de la OMM, como ya se mencionó anteriormente, pasa a manos de la Facultad de Ciencias de nuestra máxima casa de estudios. Es nombrada delegada de la OMM la Dra. Radmila Bulajich, profesor-investigador de la Facultad de Ciencias. Ese año, con la ayuda de Ana Alberro, Carlos Cabrera y Rogelio Valdez Delgado, otro exolímpico de Chihuahua y ganador de una medalla de bronce en la Olimpiada de la Cuenca del Pacífico, se inicia la preparación sistemática de los alumnos morelenses. En 2004, debido a que Radmila Bulajich pasa a ser presidenta del Comité de la OMM a nivel



La premiación.



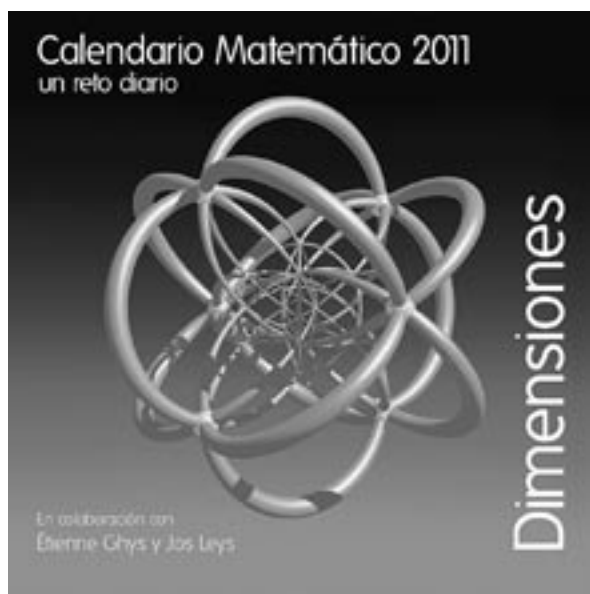
nacional, hay un cambio de delegada y la Dra. Larissa Sbitneva, también profesor-investigador de la misma Facultad, toma este cargo. Es importante mencionar que Rogelio Valdez, después de haber estado ausente algunos años, continúa preparando a los alumnos morelenses que participan en los concursos nacionales y también a las delegaciones que representan a México en los distintos concursos internacionales. Durante sus años de ausencia obtuvo su doctorado en la Universidad de Stony Brook, Nueva York, y ahora es profesor-investigador de nuestra Facultad.

Durante el último concurso nacional, que se llevó a cabo en San Carlos, Sonora (2008), Morelos tuvo

su mejor participación de la historia. Obtuvo cuatro medallas de oro, una medalla de plata y una de bronce, retomando su liderazgo como el Estado más fuerte de la República en dicho concurso. La primera vez que Morelos se colocó en primer lugar nacional fue en el año 2000 y por segunda ocasión en el año 2004. En la delegación que representó al Estado en 2004 concursó Pablo Soberón y por primera ocasión Aldo Pacchiano, siendo este último, alumno de secundaria.

El trabajo que se ha realizado se ve reflejado en la fortaleza de los equipos que participan. Por ejemplo, cuando Aldo Pacchiano inició su participación ingresó a un equipo que ya tenía una trayectoria bien trazada. Esto le permitió avanzar muy rápidamente, de forma tal que desde su segundo año de participación obtuvo premios internacionales. Esta situación es cada vez más común en nuestro Estado. Otro ejemplo que podemos destacar es el caso de Daniel Perales Anaya que, desde su segunda participación, todavía como alumno de secundaria, fue seleccionado para representar al Estado a nivel nacional y fue merecedor de una medalla de oro en el concurso nacional de la OMM en 2008.

¿Cuál es la importancia de participar en estos concursos?



La mayor parte de los ex-olímpicos de Morelos están terminando sus estudios de licenciatura, maestría y/o doctorado en carreras científicas y formarán parte de las futuras generaciones de científicos de nuestro país. Ya que la lista de nombres es demasiado larga para integrarla en el presente artículo, sugerimos consultar la página www.ommm.uaem.mx.

Esta pasión por las ciencias y, en particular, por las matemáticas, es el resultado logrado gracias al espíritu que prevalece en la filosofía de las Olimpiadas de Matemáticas. Como lo expresó un distinguido matemático, B.N. Delone, en la primera olimpiada a escala internacional, organizada por los países del este de Europa (1934):

“Un alumno no es un recipiente que hay que llenar de conocimientos, sino una antorcha que hay que encender”.

¿Cuáles son los antecedentes de estos concursos?

Cabe hacer notar que las competencias de Matemáticas han jugado un papel importante en muchos países por cientos de años. En los siglos de oro de la matemática Griega, los estudiosos se reunían a resolver problemas de geometría. En el siglo XVI, los sabios italianos hacían competencias para resolver problemas de polinomios cúbicos. En Francia, en el siglo XVIII también se realizaban competencias de matemáticas y en Hungría, desde 1894, se organizó la famosa competencia “Eotvos”, que es el ancestro más próximo a las Olimpiadas de Matemáticas como se conciben actualmente.

¿De dónde provienen los recursos para la preparación de los jóvenes morelenses?

Desde 1996, los recursos económicos provenían únicamente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. A partir del año 2001, el apoyo económico se obtiene, gracias a la edición de los Calendarios de Matemáticas, “Un Reto Diario” (informes: ventas@googolmx.com). Este año (2009), por primera ocasión, gozamos de los recursos obtenidos a través del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, gracias al proyecto FOMIX “Olimpiadas en ciencias naturales y exactas para la juventud morelense” presentado conjuntamente por la Academia de Ciencias de Morelos y la UAEM.

Distinciones obtenidas por alumnos de Morelos en Olimpiadas Internacionales de Matemáticas

Año	Olimpiada	Sede	Distinción	Estudiante
1998	Internacional	Taiwan	Mención honorífica	Carlos Ramos Cuevas
	Iberoamericana	Dominicana	Medalla de bronce	
1999	Internacional	Rumanía	Medalla de bronce	Carlos Ramos Cuevas
	Iberoamericana	Cuba	Medalla de oro	
2000	Internacional	Corea	Mención honorífica	Samuel Estala Arias
	Centroamericana	El Salvador	Medalla de plata	Edgardo Roldán Pensado
2001	Iberoamericana	Uruguay	Medalla de bronce	Edgardo Roldán Pensado
2002	Internacional	Escocia	Medalla de bronce	Edgardo Roldán Pensado
	Iberoamericana	Argentina	Medalla de oro	
2004	Centroamericana	Nicaragua	Medalla de oro	Pablo Soberón Bravo
2005	Internacional	México	Medalla de bronce	Pablo Soberón Bravo
	Iberoamericana	Colombia	Medalla de plata	
	Cuenca del Pacífico		Medalla de plata	
			Mención honorífica	Galo Higuera Rojo
2006	Internacional	Eslovenia	Medalla de oro	Pablo Soberón Bravo
			Mención honorífica	Aldo Pacchiano Camacho
	Iberoamericana	Ecuador	Medalla de oro	Pablo Soberón Bravo
	Cuenca del Pacífico		Medalla de bronce	
2007	Internacional	Vietnam	Medalla de bronce	Aldo Pacchiano Camacho
	Iberoamericana	Portugal	Medalla de plata	
2008	Internacional	España	Medalla de plata	Aldo Pacchiano Camacho
			Mención honorífica	Andrés Campero Núñez
	Cuenca del Pacífico		Medalla de oro	Aldo Pacchiano Camacho
2009	Internacional	Alemania	Medalla de bronce	César Bibiano Velasco

Morelos obtiene el Primer Lugar en la XX Olimpiada Nacional de Química

Eduardo García

Delegado Estatal de la Olimpiada de Química, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Radmila Bulajich

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, Responsable del proyecto FOMIX "Olimpiadas en Ciencias Naturales y Exactas, para la Juventud Morelense", Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Con cuatro medallas de oro y una de plata, la Delegación de Morelos obtuvo el Primer Lugar en la XX Olimpiada Nacional de Química, celebrada en la ciudad de Toluca, Estado de México. La Olimpiada se efectuó del 19 al 23 de marzo de 2011 y participaron 187 estudiantes, de nivel medio superior, provenientes de los 31 Estados de la República y el Distrito Federal. El segundo lugar de la competencia fue para el Estado de Veracruz, mientras que el Distrito Federal ocupó el tercer lugar.

El Concurso Nacional de la Olimpiada Mexicana de Química se divide en dos niveles, que se conocen como Nivel A y Nivel B. En el Nivel A participan, en general, alumnos del tercer año de estudios de la enseñanza media superior (bachillerato), ya que para este examen se requieren conocimientos de química orgánica, los cuales se adquieren hasta dicho año. Sin

embargo, alumnos que estén realizando sus estudios en años anteriores pueden participar, si el delegado lo considera pertinente. En el Nivel B participan en general alumnos menores y que se encuentra cursando los primeros años de la enseñanza media superior. Este último nivel es, por así decirlo, un entrenamiento para que los alumnos aprendan a competir, ya que el lugar que obtiene cada Estado está determinado por los resultados de los alumnos que están concursando en el Nivel A.

El concurso se divide en dos etapas: la primera de ellas consiste de tres exámenes teóricos que cubren los temas de Química Orgánica, Inorgánica, Analítica y Físicoquímica. En esta etapa se elige a los 100 estudiantes que obtuvieron los resultados más altos y ellos continúan a la segunda etapa, que consiste de un examen experimental. En esta ocasión dicho examen



Delegación de Morelos, de izquierda a derecha: Andrés Eduardo Campos Ferreira (Oro), María Teresa Cano Cruz (Oro), Denise Narváez Celada (Oro), Carlos Galindo Uribe (Oro) María Carolina Figueroa Salamanca (Plata), Karen Cortés Guzmán (Diploma de Participación).



Delegación de Morelos. XX Olimpiada Nacional de Química. Toluca, Estado de México.

incluyó la síntesis e identificación de un derivado orgánico de la familia de los aldehídos, mientras que, en la parte de química analítica, se determinó la concentración e identidad de un cloruro metálico mediante una técnica de titulación gravimétrica.

Después de una reñida competencia, tanto en la fase teórica como en la experimental, Morelos consiguió una Medalla de Oro en el nivel B y, 3 Medallas de Oro y una de Plata en el nivel A. Veracruz y el Distrito Federal obtuvieron 2 Medallas de Oro en el nivel A, razón por la cual quedaron en el segundo y tercer lugar, respectivamente.



Ceremonia de premiación. Medallas de Oro para los primeros lugares del Nivel A.

Los estudiantes que representaron a nuestro Estado son:

NIVEL A

Carlos Galindo Uribe

(Escuela de Técnicos Laboratoristas)

Medalla de Oro

Andrés Eduardo Campos Ferreira

(CBTIS Cuautla)

Medalla de Oro

Teresa Cano Cruz

(Colegio Williams)

Medalla de Oro

María Carolina Figueroa Salamanca

(Tecnológico de Monterrey)

Medalla de Plata

NIVEL B

Denise Narváez Celada

(Preparatoria Robert F. Kennedy)

Medalla de Oro

Karen Cortés Guzmán

(CBTIS 166 Jiutepec)

Diploma de Participación.

Para integrar la preselección de 15 alumnos, para la XLII Olimpiada Internacional de Química y la XVI Olimpiada Iberoamericana de Química, durante la misma semana del Concurso Nacional, los alumnos participan en un quinto examen de mayor grado de dificultad, el cual es independiente del concurso nacional. Carlos Galindo Uribe y Andrés Eduardo Campos Ferreira, de Morelos, obtuvieron el puntaje suficiente para pertenecer a este selecto grupo. Los dos estudiantes recibirán entrenamientos, durante varias semanas, con el fin de prepararse para los exámenes selectivos. De ser seleccionados, se unirán a la Delegación Mexicana, de cuatro estudiantes, que participará en la XLII Olimpiada Internacional de Química que se llevará a cabo en Turquía durante el mes de julio de 2011 y en la XVI Olimpiada Iberoamericana de Química que tendrá su sede en Brasil, en octubre del presente año (2011).

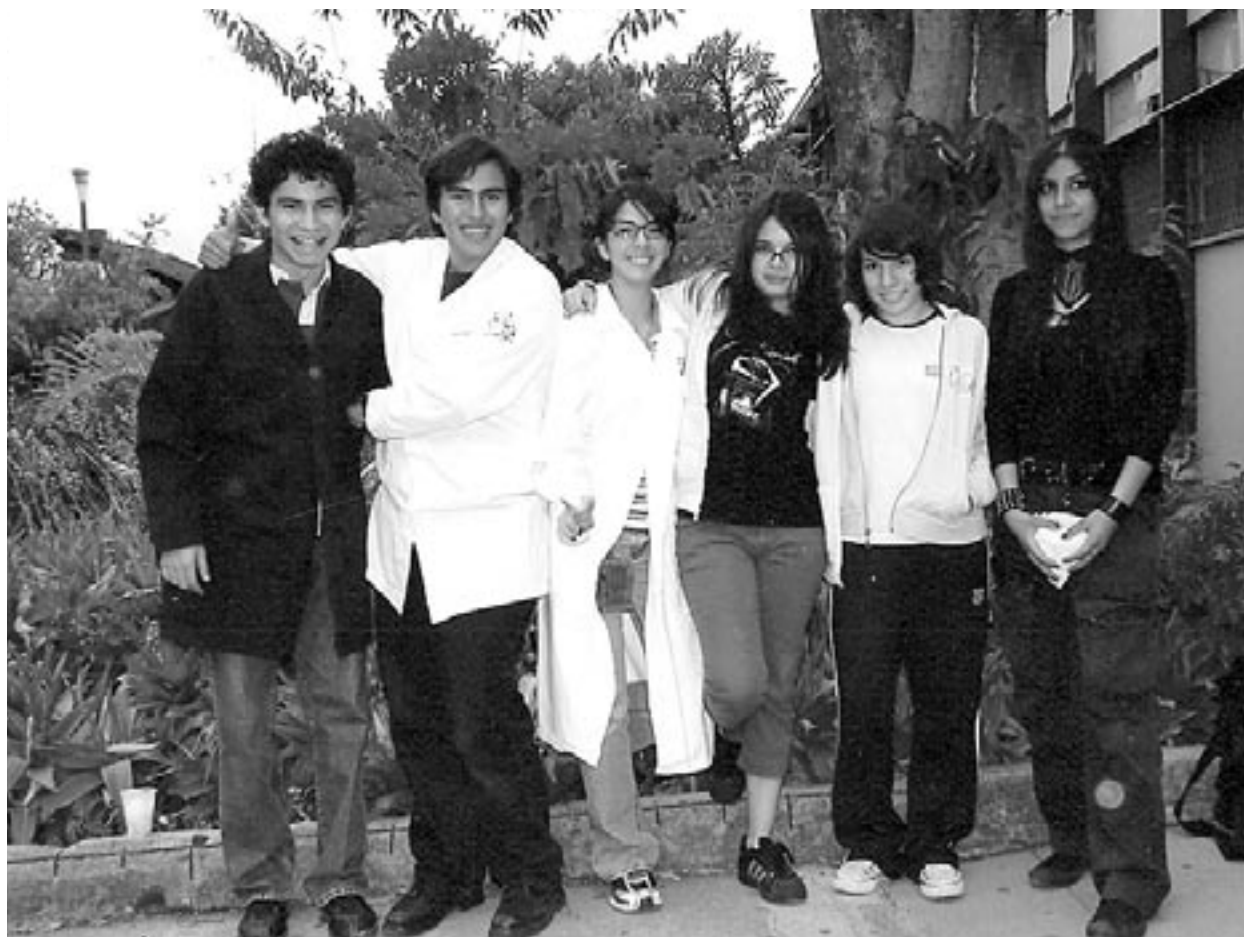
Preparación de la Delegación Morelense para el Concurso Nacional de la Olimpiada Mexicana de Química.

Los integrantes de la Delegación de Morelos recibieron entrenamientos de octubre de 2010 a marzo de 2011. Los profesores que apoyaron a los alumnos fueron: Jonathan Valdez Camacho (Química Orgánica), Q.B.P. Karellen Beren García Méndez

(Química Inorgánica), Dra. Constanza Machín Ramírez (Bioquímica) y Q.I. Eduardo García Ramírez (Fisicoquímica y Química Analítica). Se contó con la colaboración de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la UAEM, que preside su director, el Ing. Marco Antonio Martínez Brito, y de la Escuela de Técnicos Laboratoristas de la UAEM, que preside la Q.I. Lilia Catalán Reyna.

Estos últimos dos años, 2009 y 2010, es la primera vez que las olimpiadas de ciencias naturales y exactas cuentan con el apoyo del *Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos*, gracias a los proyectos FOMIX, *Olimpiadas en Ciencias Naturales y Exactas, para la Juventud Morelense*, los cuales fueron solicitados por la Academia de Ciencias de Morelos. Es realmente una pena que dicho proyecto no haya sido renovado este año, 2011, y que como muchos otros proyectos, que han demostrado su efectividad, haya finalizado.

Los resultados obtenidos, en la Olimpiada de Química y de Matemáticas, son una muestra de que con preparación y los apoyos adecuados, los jóvenes morelenses pueden realizar un papel destacado. Estos estudiantes son motivo de orgullo y son una muestra del potencial que posee la juventud morelense.



Delegación de Morelos durante la XX Olimpiada Nacional de Química, tomando un descanso.

Platicando con estudiantes de preparatoria

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Durante este año (2008) ha comenzado a tomar forma un programa de la Academia de Ciencias de Morelos, que llamamos simplemente “Coloquios”. Consiste en reunirnos –tres investigadores de institutos del Estado de Morelos, con una quincena de alumnos seleccionados de una preparatoria–, para platicar (coloquiar, si tal término existiese en castellano) en un ambiente abierto, informal y cálido, con café y galletas, ofreciendo y provocando preguntas y respuestas, ideas y opiniones, acerca de lo que conforma nuestro trabajo cotidiano en física, matemáticas, o en las biociencias. Es un formato de comunicación que, hemos visto, es muy bueno para enterar a los muchachos sobre el abanico de perspectivas que tienen si deciden dedicarse a estas profesiones. Por supuesto, no pretendemos que “todos se vuelvan científicos”; probablemente la mayoría optará por las ingenierías, las ramas de la medicina, las leyes o las artes; pero quedará en todos una apreciación más justa del trabajo en investigación científica. Hemos sido invitados a

preparatorias privadas y públicas, dentro y fuera de Cuernavaca, y es con esta creciente experiencia que me atrevo a colegir algunas conclusiones sobre lo que más preocupa a estos muchachos, quienes en uno o dos semestres estarán comenzando sus estudios profesionales en alguna universidad del estado o del país.

Sobre todo, los estudiantes se interesan por conocer las opciones para un trabajo digno, satisfactorio y adecuadamente remunerado –y los medios para llegar a él. Dado que para acceder a un puesto de investigador en un instituto universitario, o ser contratado por alguna división de investigación en la iniciativa privada (de las que aún hay muy pocas en México), generalmente se requiere no solamente de licenciatura, sino de doctorado con experiencia ¿cómo solventar estos ocho o diez años de estudios? Tal vez lo más difícil serán los primeros cuatro, hasta la tesis de licenciatura, cuando tendrán que depender económicamente de sus familias, de algún tutor, o de



un trabajo de medio tiempo; después, hay programas de becas de posgrado con las que prácticamente todos podrán contar. Finalmente, encontrarán relativamente fácil pasar uno o dos años como postdocs, en México o en extranjero, con una beca más sustancial, afilando sus garras en algún campo de investigación aplicada y trabajando en problemas concretos con un grupo de científicos formados. Esto no quiere decir que un joven que solamente haya terminado la licenciatura o la maestría en física, matemáticas o biofísica no encuentre empleo; al contrario, será bienvenido en centros de docencia en calidad de jefe de área, en laboratorios, o asesor de ingenieros, químicos o actuarios en la iniciativa privada, y posiblemente con salario aún mejor que el de un académico universitario. Como referencia tengo varios colegas y ex-alumnos que con título de licenciado en física o matemáticas han terminado en el Banco de México, en el IFE y el INEGI; porque en las carreras científicas se aprende a aprender.

También he observado que para nosotros, los investigadores participantes en los Coloquios, resulta muy estimulante desahogar ante nuestros jóvenes interlocutores los motivos por los que elegimos recorrer el largo camino de entrenamiento en la ciencia (y que a la postre me ha parecido aun demasiado corto). Creo que ninguno de nosotros fue solamente un ratón de biblioteca; tuvimos interés, persistencia y pasión por conocer y entender lo concreto de la naturaleza y lo abstracto del pensamiento humano. Solemos también hablar del entusiasmo que nos produjeron los primeros encuentros con la ciencia y la satisfacción de nuestro trabajo actual, que tiene horarios libres, pero que a menudo se apropia de las noches y fines de semana. Durante esos años del posgrado, yo pude viajar, aprender idiomas, conocer lugares sagrados, recorrer desiertos y subir montañas en cuatro continentes. (Pertenezco a la generación de los Beatles, y lo bailado no lo quita nadie.) También –admito– los tiempos aquellos eran distintos: eran los buenos tiempos de López Mateos, cuando el PIB México crecía al 7% sin necesidad de publicitarlo en radio y televisión. Se creaban universidades públicas en todos los estados de la república y en la región más transparente del aire estaba Ciudad Universitaria. En aquel entonces nadie se daba cuenta aún del calentamiento global, y el desarrollo del país no parecía tener límites.

Tal vez hoy en día pecamos de ilusos al asegurar a nuestros estudiantes que encontrarán trabajo fácilmente en México; ya terminó la primavera del sexenio del empleo, y aunque nos han mostrado las flores en tele-spots, los frutos aún no aparecen en la mesa. Hace más de un cuarto de siglo que la economía apenas crece, la corrupción no disminuye, y la desigualdad social se dispara a niveles que podrían ser ya peligrosos. Hemos visto como se malgastó el petróleo con poco más provecho que el gasto corriente en salarios sueltos, mientras la inversión en investigación cayó impensablemente del 0.42% al

0.35% del PIB durante el sexenio pasado. Y estamos a un par de décadas de ver cómo los desajustes climáticos dislocarán el tejido social si una sociedad informada y solidaria no toma medidas inteligentes y oportunas. Por otra parte (y aunque esto no lo digo en público –y jamás durante los Coloquios), no faltará trabajo para doctorados en los Estados Unidos o en la Unión Europea, donde activamente buscan personal especializado y con talento para sus industrias, así sea importándolo desde la India, la China, o las Américas. No debemos ser pesimistas sin embargo, porque pienso que los investigadores de las universidades públicas de Morelos cumplimos con nuestro trabajo tal vez con creces –como es sabido, la UNAM se cotiza entre las 100 mejores universidades del mundo, por encima de todas las iberoamericanas– a pesar del regateo con que se dan los fondos operativos. Y además, porque por naturaleza los jóvenes son optimistas, y a ellos corresponderá labrar el futuro que para nuestra generación es el horizonte de la vida.

El rezago cultural de México tiene varias causas, algunas históricas, otras sistémicas. Las primeras son las menos importantes, como lo demuestra el progreso de los países tigres de Asia. Son las segundas que nos hunden: descreimiento y cinismo en las políticas públicas, prepotencia y amiguismo por sobre consenso y honestidad, rapacidad con los bienes de la nación, y creciente desempleo y desigualdad de ingresos. En el ámbito familiar, raros son los hogares donde la costumbre al final del día sea leer buenos libros en vez de alienarse con la frivolidad del par de canales de tv-comercial. Se perpetúa así una actitud pasiva y conformista en una población desinformada, que se nutre con fantasías de spot y telenovela chatarra. (Botón de muestra: viajar al DF en Pullman de Morelos conlleva tragarse –o al menos estar obligado a escuchar– los primeros 50 minutos de algún video-churro sin ganancia alguna ni relación con nuestra realidad, habiendo tantos buenos cortos y documentales, muchos hechos en México, que solo se difunden en los canales de paga como el Discovery, History, Animal Planet o National Geographic.)

Obligadamente debo hacer referencia a la prueba PISA 2006 de la OCDE [1], que midió la comprensión de lectura y habilidades de razonamiento en la solución de problemas prácticos, entre jóvenes de 15 años en 57 países del mundo. Como es sabido, quedamos en último lugar entre los 28 países miembros de esta organización. Esto no debe ser motivo de vergüenza, pues nuestro lugar entre los 57 es el 49 –justo arriba de Argentina, Brasil y Colombia, pero –como decía Tevye, el violinista en el tejado– tampoco es un gran honor. El primer lugar lo obtuvo por mucho Finlandia, seguido de una pandilla de tigres asiáticos y países europeos.

¿Finlandia? Un territorio de cazadores, pescadores y campesinos pobres, ocupado primero por Suecia y después por Rusia hasta 1917; una tierra nórdica de granito, sombríos bosques y lagos helados cinco

meses del año; sin yacimientos petrolíferos ni recursos mineros de consideración, que sólo exportaba madera y pieles [2]. Sin embargo, con sus 5.3 millones de habitantes, Finlandia es hoy una potencia mundial en alta tecnología informática y de comunicaciones; ejemplo de equidad social, honestidad de gobierno y ética de trabajo. Un tercio de su población tiene título universitario, y un tercio de éste trabaja en las ingenierías y las ciencias. Allí sólo el 3% de la educación es privada; los maestros tienen buenos salarios y un reconocido status social, al grado que los concursos de oposición para acceder a una plaza seleccionan a uno de cada diez candidatos. Hay un sindicato por supuesto, pero no es político, ni corrupto, ni derrochador.

Muchas de las cualidades que adscribo a los maestros finlandeses las hemos encontrado también entre los directores y coordinadores que han invitado a la Academia de Ciencias de Morelos a llevar a cabo un Coloquio en sus planteles, principalmente el interés porque sus estudiantes conozcan las mejores opciones

profesionales en nuestro estado. Los muchachos se han visto despiertos, inquisitivos, y aunque muy respetuosos, no dejarían pasar una perogrullada.

Organizar un Coloquio sigue siendo (para mí) un trabajo artesanal que implica llamar por teléfono a colegas para acordar horarios y lugares, plantear a la escuela la selección de los mejores estudiantes (pues si son más de 15 cambia mucho la dinámica de la reunión), organizar nuestro transporte, y generar una buena atmósfera para que todos nos sintamos a gusto en el salón. Nuestro programa de Coloquios pretende ser de bajo perfil pero –esperamos– de alto impacto. Sirva este artículo para invitar a los directores y coordinadores de preparatorias contactarme mediante un correo electrónico [3], asegurándoles que no será tiempo perdido, y que terminaremos con alegría y apretones de manos.



REFERENCIAS

[1] Ver: http://www.oecd.org/document/2/0,3343,en_32252351_32236191_39718850_1_1_1_1,00.html.

[2] Ver: <http://en.wikipedia.org/wiki/Finland>

[3] bwolf@fis.unam.mx

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 1 de septiembre de 2008, p. 30-31 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_sep_01_coloquios.pdf

Un encuentro en Cuentepec, Morelos: Experiencias de un diálogo entre estudiantes de bachillerato y científicos

Margarita I. Bernal-Uruchurtu

Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Verónica Lira Ruan

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Markus Müller

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Es medio día y hace bastante calor. El sol ya llega al cenit y por suerte un suave viento acaricia las frutas de un campo de sorgo cuando unos burros interrumpen su comida y observan el automóvil que pasa por el camino hacia Cuentepec, un poblado indígena del noroeste del Estado de Morelos, dejando una nube de polvo atrás. Unos niños, que jugaban fútbol en la calle miraban curiosos hacia el coche, quizá por la hora tan inusual en que circulaba, quizá por los cuatro pasajeros desconocidos que llevaba el Prof. Noé Rafael Pérez, Director de la EMSAD-02 del Colegio de Bachilleres del Estado de Morelos (COBAEM). Al Prof. lo acompañaban cuatro investigadores de diferentes unidades académicas de la UAEM y de la UNAM, que fueron invitados amablemente por la Profa. Angélica Ocampo para participar en un *Coloquio Científico* de la Academia de Ciencias de Morelos (ACMor) en ese plantel.

Antes de avanzar en la narración del encuentro en Cuentepec, es conveniente explicar brevemente de qué se trata un “Coloquio” organizado por la ACMor. Cuando un investigador asiste a un “coloquio” él/ella espera usualmente que habrá un científico (reconocido) que dé una plática sobre un tema en particular, que conteste un par de preguntas al final de la sesión y después, el expositor se retira. Sin embargo, en el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua la definición de la palabra “Coloquio” no concuerda con esa costumbre: “Del lat. *colloquium*, de *colloqui*, conversar, conferenciar”. Entonces, un coloquio es en realidad una CONVERSACIÓN, un DIÁLOGO entre personas. El coloquio de la ACMor se ajusta al origen de esta palabra. Los protagonistas de estos eventos *no* son los científicos, ya que se busca fomentar un encuentro en que ambas partes, estudiantes y científicos, se involucren. Posiblemente



Foto: Daniel Xocoyotsin Huerta Fidencio.



Estudiantes participantes en el Coloquio: José Edgar Ortiz Pérez, Norma Ivette Nava Sierra, Roberto Sarmina Domínguez, Ismael Nava Salazar, Raquel Huerta Rivera, Damaris Iyary Bolaños Guadarrama, María Guadalupe Ramírez García, Nicolasa Hernández Camacho, Elena Jemima Jiménez Sedano, Laura Olivares Puebla, Mónica Devora Aviles Villegas, Erika Nayeli Villegas Peña, José Juan Castillo Ramírez, Delfina Carriles Alvear, Laura García Bello, Blanca Itzel Domingo Coloxtitla. En la foto también aparecen los científicos participantes.

una parte de los reunidos (los científicos) ya acumuló por su edad más conocimiento y quizá la otra parte (los alumnos) es, por su edad, más curioso y creativo. Quizá al inicio una parte del grupo es más tímido y la otra parte es más elocuente, aprovechando su experiencia. Pueden ocurrir muchas cosas al inicio y durante un coloquio, pero en la gran mayoría de los casos tanto los científicos como los alumnos se involucran en discusiones sobre temas emocionantes y ninguna de las partes desea terminar el diálogo.

En el caso de la escuela de Cuentepec, se trató de un coloquio general, en el cual se reunió a un grupo de científicos, de diferentes áreas, con los alumnos. Llegando a la escuela fuimos recibidos por la Profa. Angélica Ocampo y por 16 estudiantes (12 de ellos mujeres), seleccionados con base en sus altas calificaciones, quienes daban los últimos toques al lugar en donde charlaríamos: una terraza de la escuela en donde había un letrero de bienvenida y mesas que estaban cubiertas cuidadosamente con papel de china como mantel y ordenadas en un círculo. La bienvenida no pudo ser más amigable. Después de que todos tomaron asiento, los cuatro investigadores nos presentamos para iniciar el evento y así encaminar el diálogo. Había un Ingeniero Químico que trabaja, desde su doctorado, en el área de la biotecnología, una Química que se dedica estudiar fenómenos en disolución con herramientas de la química teórica, una Bióloga que investiga sobre la Fisiología de las plantas y también un Físico que trabaja en matemáticas aplicadas y sistemas dinámicos. Como es usual, los primeros minutos fueron gobernados por la timidez de los alumnos y el arranque de la discusión tomó algo de tiempo y de esfuerzo y se inició contando algunas anécdotas personales. En este contexto se comentó que uno de los científicos participantes se hizo biotecnólogo en buena medida por un libro que le regaló su padre cuando cursaba la secundaria: *Los Cazadores de Microbios*, de Paul de Kruif; después de

leerlo, decidió que quería ser un cazador de microbios. Ahora “caza” y “explota” microbios para, por ejemplo, producir texturizantes y aromas frutales para alimentos y combatir –también con microbios– la enfermedad del mango que produce manchas en este fruto. También se mencionó que era astrónomo aficionado y ahí fue evidente que la astronomía es más “taquillera” que la biotecnología ya que las primeras preguntas que nos hicieron los estudiantes fueron sobre ese tema. ¿Hay vida en otras partes del universo? Nuestra respuesta fue: ¡No hay ninguna duda! Simplemente estimando la probabilidad de que exista en nuestra universo otro planeta que provea las condiciones adecuadas para que se desarrolle vida, se puede estar seguro que sí la hay. Pero con la misma seguridad se puede afirmar que la distancia temporal como espacial es tan grande, que nunca conoceremos a tales criaturas. Hay que considerar que la estrella (o sol) más cercana a nosotros es *Alfa Centauri* y se encuentra a una distancia de 4.3 años luz; lo que significa que la distancia entre ese sol y el nuestro es tan grande que la luz requiere 4.3 años para recorrerla, y ¡cerca de ahí no se han detectado planetas y por lo tanto



Foto: Laura Olivares Puebla.

condiciones para que haya vida! Como el diámetro de nuestra galaxia es cerca de 165,000 años luz, la distancia a la que estaría un planeta es mucho más grande que la distancia a *Alfa Centauri*. Es decir, la distancia espacial es enorme. Para entender lo de la “distancia temporal” se recordó que la tierra existe desde hace aproximadamente 4.5 mil millones de años, y que desde hace mas o menos 3.4 millones de años existe vida en este planeta. Los seres humanos (modernos) existen desde hace 170,000 años. El inicio de la ciencia se podría ubicar probablemente en la época de los babilonios, es decir, hace unos 4,000 años. Sin embargo, la facilidad de moverse en el espacio (aunque sólo hasta la luna, es decir, una distancia insignificante en términos astronómicos) sólo es posible desde hace 50 años, y todavía estamos MUY lejos de viajar a otros planetas. Ni hablar de salir de nuestro sistema solar! O ir hasta *Alfa Centauri*! Y sin embargo, ya estamos a punto de destruirnos a nosotros mismos, o bien destruyendo las condiciones para que los seres humanos (y muchas otras especies) puedan vivir en la tierra, considerando los peligros de la destrucción ambiental, el efecto invernadero, el agujero de la capa de ozono, etc. Es posible que la vida inteligente de otro planeta tenga un destino similar..., es decir, antes de que se haya desarrollado la tecnología para viajar distancias considerables en el espacio, se destruya a sí misma. Por lo tanto, para poder conocer la vida extraterrestre, su tiempo de existencia debería de coincidir con el nuestro.

Y con este tema interesante se “rompió el hielo” e inició verdaderamente el coloquio. Pudimos escuchar sobre las maravillas de las plantas. La bióloga nos explicó por qué las plantas son fundamentales para la vida de los seres humanos, producen el oxígeno que todos respiramos, constituyen la materia prima para el vestido, la alimentación, la elaboración de medicinas, de muebles y un largo etcétera. Recordamos algunos aspectos curiosos del agua, que es seguramente el disolvente más usado y que por sus propiedades particulares es crucial para la vida en la Tierra. Discutimos sobre organismos “transgénicos”, es decir, un ser vivo al que se le introducen genes que provienen de otra especie. Como un ejemplo se abundó sobre plantas que tienen su propio bio-insecticida (una proteína tóxica que produce una bacteria) que mata sólo a los insectos plaga y ¡No contamina el ambiente! Esto es muy interesante, debido a que el bio-insecticida puede sustituir a los plaguicidas sintéticos que usualmente son muy tóxicos para el ser humano y cuya degradación en la naturaleza es muy difícil. Surgieron, desde luego, los cuestionamientos que no son del tipo técnico y sobre los que platicamos un buen rato, con un número cada vez mayor de estudiantes interesados. Surgieron muchas más preguntas, que se encadenaban unas a otras llevándonos de un área de la ciencia a otra sin pausa. Resultó una conversación entre partes iguales que fue nutrida por las experiencias de los investigadores y la curiosidad y creatividad de los alumnos.



El Coloquio en Cuentepec.

Perdimos la noción del tiempo e incluso nos percatamos de que ni siquiera el hambre del momento interrumpió nuestro diálogo. El “coloquio” culminó cerca de las 6:30 PM, después de una conversación de tres horas y media, cuando sobre la misma mesa en la que sirvieron un exquisito mole con pollo, arroz y tortillas se aprovechó para seguir platicando sobre otras cosas. En especial sobre la maravilla de que todos los estudiantes hablan náhuatl, idioma en el que cuchicheaban entre ellos (sabiendo que no les entenderían) y en el que corrieron al perro que se entrometió en el coloquio. Además, en un acto que a los invitados llenó de emoción y a los anfitriones de orgullo, nos cantaron el himno nacional en náhuatl. Fue una tarde en la que tanto los alumnos como los investigadores participaron con entusiasmo. Al final nos agradecieron –en náhuatl y en español– la conversación; los científicos disfrutamos el privilegio de pasar la tarde con ellos, por lo que les agradecemos su atención y cordialidad... solamente en español.

Este viaje a Cuentepec no ha terminado. La conversación libre y abierta con chicos tan jóvenes como entusiastas, permitió refrescar la capacidad de asombro ante todas las preguntas que una mente inquisitiva se hace sobre los más diversos temas. Tener la oportunidad de ofrecer algunas respuestas a esas preguntas constituye un combustible renovable,

que vale la pena usar para encender la maquinaria intelectual que lleve a los jóvenes a entender mejor la realidad y el mundo en el que viven, y ¿por qué no? a decidir dedicar su futuro a explorar alguna de las ramas de las ciencias. Esperamos que los jóvenes que asistieron a este evento se hayan quedado con más dudas de las que tenían al principio de la jornada y que encuentren en el trabajo científico una forma de resolver algunas dudas y generar nuevas. Si es así, el coloquio habrá servido a sus propósitos con éxito. Todos los participantes tuvieron una tarde llena de reflexiones, de aprendizaje (probablemente sobre todo los científicos) y de constatar la maravilla del potencial humano joven de este estado de Morelos, tan diverso y tan rico, sobre todo en capital humano, que merece todas las oportunidades. Ojalá que haya más escuelas como el EMSAD-COBAEM de Cuentepec, que tengan profesores que fomenten el espíritu crítico y de argumentación de sus estudiantes, las principales herramientas de la ciencia, indispensables en la actual sociedad del conocimiento. Ojalá que continúe este diálogo. Ojalá que haya más “Cuentepecs”.



Foto: Mónica Janeth Domínguez Sarmina.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 31 de enero de 2011, p. 34-35 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/11_ene_31_cuatepec.pdf

Adoptemos al joven talento científico morelense: Programa PAUTA Morelos

Leobardo Serrano Carreón

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Janet Paul Wright

Coordinadora Pedagógica Nacional de PAUTA

Cuando hablamos de la importancia de la ciencia en el Estado de Morelos pensamos, casi automáticamente, en el gran número de investigadores de excelencia que laboran en más de cuarenta centros de investigación pertenecientes a diversas instituciones. Sin embargo, en nuestro país, el debate con relación al tema del talento científico ha girado en torno a la falta de oportunidades para los investigadores más destacados de nuestro país y a la consecuente fuga de cerebros. Ésta, en efecto, existe como gotera persistente. Sin embargo, rara vez se habla de otra pérdida mucho mayor. Se trata de los millones de niños que jamás tienen la oportunidad de alcanzar la educación superior: se trata de nuestros talentos desperdiciados (www.pauta.org.mx).

Algunas estadísticas relacionadas con la educación en México.

De acuerdo a la UNESCO, en nuestro país, de los niños que se inscriben en Educación Primaria, sólo el 23% permanece estudiando e ingresa al Bachillerato.



De acuerdo a la cifras de este organismo, es a nivel Secundaria cuando el índice de deserción escolar aumenta de manera significativa, ya sea por falta de motivación o de recursos económicos, las dos principales causas de abandono de la vida escolar en esta etapa crítica de los jóvenes.

De acuerdo al censo 2000, en el Estado de Morelos se encontraban registrados 132, 274 jóvenes de entre 12-15 de edad, de los cuales no asistían a la escuela 23,584 (17.8%), dato significativo que nos ubica por debajo de la media nacional (19.4%). Otro problema que se presenta es la deserción escolar. El 20.8 % de hombres y el 18.5% de las mujeres de 12-15 años de edad en nuestro Estado no concluyen la Educación Secundaria. Este panorama refleja, por un lado, un problema de equidad en la educación a nivel nacional y estatal, mostrando la necesidad imperiosa de apoyar, fomentar y difundir el saber científico desde las primeras instancias educativas, trabajando conjuntamente con los profesores y con los alumnos.

¿Qué es PAUTA?

El Programa Adopte un Talento (PAUTA) surge así de la necesidad de establecer vínculos directos entre la comunidad científica mexicana y las estructuras y recursos humanos de la Educación Básica. En esta relación, PAUTA concibe su labor tanto como un soporte educativo y como un aporte social. Su acción está determinada por la inminente necesidad de consolidar una cultura científica desde las primeras instancias educativas. Este objetivo se puede alcanzar si se ofrece a los estudiantes la posibilidad



de introducirse al frecuentemente incomprendido mundo de las ciencias, de explorar y desarrollar sus habilidades, y de modificar su acercamiento al saber científico.

El Programa Adopte Un Talento (PAUTA) es un proyecto a nivel nacional, coordinado por la Academia Mexicana de Ciencias (<http://www.pauta.org.mx/>), que tiene por objetivo conciliar dos demandas fundamentales de la educación: la equidad y la excelencia. PAUTA considera que el talento es una dimensión del ser humano que puede ser desarrollada con herramientas educativas, y con la motivación y apoyo adecuados, y que puede surgir y manifestarse bajo distintas circunstancias. Así, PAUTA brinda apoyo



y seguimiento académico y logístico; es decir, no se “buscan superdotados”, sino generar las alternativas de desarrollo en los talentos naturales, en específico para el razonamiento científico.

Desde esta perspectiva, PAUTA propone un modelo de talento que se articula a partir de cinco ejes:

- El talento es una dimensión del ser humano que puede ser desarrollada y se manifiesta en distintos momentos bajo diversas circunstancias.
- Su desarrollo implica un proceso de construcción de conocimiento en el cual el papel del docente y los padres de familia es fundamental.
- La identificación de talento y su desarrollo implica un proceso de toma de conciencia de habilidades y actitudes desarrolladas.
- El entorno interviene de manera significativa en el desarrollo de talento y su manifestación.
- Su identificación no debe de tener ninguna otra intención que la de diferenciar las habilidades particulares de cada estudiante talentoso, y su ritmo respectivo de aprendizaje, para construir estrategias de seguimiento que ofrezcan respuestas educativas adecuadas y que tengan en cuenta sus necesidades específicas.

Un grupo de científicos morelenses pertenecientes a la Academia de Ciencias de Morelos A.C. (ACMor) se reunió con la Mesa Directiva nacional de PAUTA para proponerles iniciar con un PAUTA en Morelos. En Morelos, la ACMor ha implementado

el *Diplomado Pensamiento científico en el aula*, que es un programa de actualización académica y capacitación en matemáticas y ciencias naturales para profesores de nivel medio y medio superior, así como de promoción y fomento del interés por la actividad científica entre los estudiantes de secundaria y preparatoria (*Verano Morelense de la Investigación*). Basados en estas experiencias previas, la ACMor y la Academia Mexicana de Ciencias iniciaron, en el ciclo escolar 2008-2009, el programa PAUTA en el Estado de Morelos (PAUTAmor) a nivel secundaria donde se lleva a cabo trabajo con docentes y estudiantes.

PAUTA Morelos

Dentro del programa nacional, PAUTAmor constituirá la punta de lanza a nivel secundaria. Durante los meses de octubre a enero pasados se trabajó con un grupo de 20 profesores de secundaria, que participan en el *Diplomado Pensamiento Científico en el Aula*. En conjunto, ambos programas pretenden proporcionar a los educadores herramientas y actividades (talleres) para la enseñanza/aprendizaje. Es muy probable que los profesores hayan aprendido la enseñanza de las ciencias de una manera “tradicional”, por lo tanto es necesaria una experiencia distinta de acercamiento a la ciencia y una reflexión sobre ella para favorecer la implementación de las actividades PAUTA en el salón de clase. Durante su participación en las actividades



Los Coordinadores y Talleristas de PAUTA.



de PAUTAmor, llevadas a cabo en el Instituto de Biotecnología – UNAM, los profesores llevaron a cabo talleres de ciencias y matemáticas relacionados con la currícula correspondiente al programa oficial de la SEP para el primer año de secundaria. Asimismo, tuvieron dos sesiones donde se les presentó la metodología de trabajo de PAUTA y el proceso de selección de niños talentosos en ciencias y matemáticas. Con estas herramientas, los profesores llevaron a cabo la postulación de los alumnos que participarán en el programa PAUTAmor. A partir de esto, el 21 de febrero pasado, PAUTAmor inició actividades en el Museo de Ciencias de Cuernavaca, con 60 jóvenes morelenses que cursan el 1o. de secundaria provenientes de tres municipios: Cuernavaca, Emiliano Zapata y Tepoztlán.

El plan de trabajo de PAUTAmor para los próximos tres años, contempla realizar actividades y seguimiento

de estos talentos morelenses durante sus estudios de secundaria. Durante los dos primeros años, será a través de su trabajo en los talleres de ciencias y matemáticas. Para el tercer año de secundaria, el objetivo será fomentar la participación de éstos jóvenes en actividades científicas como el *Congreso de Investigación CUAM-ACMor*, el *Verano Morelense de Investigación* y las *Olimpiadas Estatales de Ciencias*.

El reto de PAUTA

Es claro que un programa como PAUTA no puede concebirse como una estructura paralela al sistema de educación nacional. Pretender que este programa cuente con los recursos humanos y financieros para que, por sí mismo, pueda lograr constituirse en un programa nacional es irreal e innecesario. Sin embargo, si se quiere lograr el objetivo de lograr que este programa, lejos de ser un programa de “élite”, se constituya en una realidad nacional en condiciones de equidad, es necesario fortalecer los vínculos y la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la educación a nivel nacional y estatal del país. Ello abarcaría, entre otros, a padres de familia, profesores, comunidad científica y las autoridades educativas a nivel nacional y estatal.

A consultar

- Secretaría de Educación Pública. 2003. Diagnóstico estatal de educación secundaria en el Estado de Morelos. www.reformasecundaria.sep.gob.mx/doc/morelos.pdf

- Programa Adopte un Talento: PAUTA. www.pauta.org.mx



Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 4 de mayo de 2009, p. 34-35 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/09_may_04_pauta.pdf

La Ciencia en tu Escuela

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos A.C.

El público sabe de la ciencia porque, ocasionalmente, llega a resultados maravillosos y por lo tanto, visibles. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la ciencia es aquello no tan visible ni espectacular que es la construcción cotidiana del conocimiento. En donde no es extraño que el principal fruto no sea el resultado, sino el proceso para llegar a él. Si bien la ciencia y la tecnología han tenido impactos muy visibles en la transformación de nuestra vida cotidiana, el mayor impacto de la ciencia ha sido en el entendimiento de la naturaleza y, en consecuencia, en nuestra forma de interactuar sabiamente con ella.

Uno de los programas más importantes de la Academia de Ciencias de Morelos es el Diplomado “La Ciencia en tu Escuela”, el cual tiene el objetivo fundamental de acercar a los profesores de educación media y media superior a las actividades y métodos de la ciencia, para mejorar la enseñanza de estos temas en las escuelas.

Este Diplomado se ha desarrollado, para el nivel secundaria, gracias al apoyo de la Secretaría de



Educación del Gobierno del Estado de Morelos, en particular de su Instituto de Educación Básica*. El sábado 7 de Julio (2007) culminó la versión número 4 del Diplomado. En esta ocasión se graduaron 67 profesores de educación media y básica y, por primera vez, se graduaron 62 profesores de educación media superior. El conjunto de estos profesores, provenientes de 28 municipios de nuestro estado, estimamos que influye en cerca de 20,000 alumnos.

En el Diplomado, los profesores interactúan con destacados investigadores, la mayoría de ellos miembros de nuestra Academia. Estos docentes, asistieron puntalmente durante 32 sábados, en los que escucharon pláticas de los especialistas que están en la frontera del conocimiento científico, recibieron revistas de divulgación científica y algunos materiales de apoyo didáctico, analizaron información, discutieron y debatieron sobre diversos temas y asistieron a un congreso de investigación a nivel medio y medio superior. Asimismo, desarrollaron un proyecto de investigación en los que en algunos casos estuvieron involucrados sus estudiantes. Vieron de cerca cómo se hace la ciencia, que, cómo ahora podrán constatar, no es un conjunto de información, sino una forma de búsqueda. Por cierto, una forma muy útil y efectiva para plantear y luego resolver problemas de diversa índole.

El Diplomado “La Ciencia en tu Escuela” nos ha permitido constatar la capacidad, entusiasmo y determinación de una buena parte de los profesores de la educación básica, media y media superior de Morelos. Con profesores como los que asistieron a este Diplomado, se puede hacer una revolución en la educación en nuestro estado y lograr que Morelos tenga los más altos índices de calidad en la educación en general y en la cultura científica en particular.

Además de convivir con un buen número de investigadores en un ambiente propicio para el



* Hasta 2010, cuando se tuvo que suspender por falta de apoyo del IEBEM.



diálogo y la interacción personal, los profesores que se graduaron, desarrollaron un proyecto de investigación, ya que la única forma de aprender a hacer investigación es haciéndola y viendo de cerca a los que la hacen con maestría. Los 129 profesores que participaron en el Diplomado, desarrollaron 37 proyectos, los cuales fueron evaluados por los investigadores participantes. Hubo proyectos muy interesantes y de gran calidad y muchos de ellos de alto impacto y relevancia tanto en su escuela como en su comunidad.

El ingenio y creatividad de los profesores fue verdaderamente singular. Por ejemplo, analizando el recibo de la luz, se plantearon y verificaron acciones que tuvieran impacto en el costo de la energía eléctrica en una casa. Se rescató un estanque abandonado de una escuela y se produjeron plantas y peces de ornato. Se propusieron formas innovadoras para reciclar papel en las escuelas. Hubo incluso un “romance”, pero entre las ciencias, donde se exploraron materiales para la enseñanza de las matemáticas y la química. Se escribió un programa de cómputo, único en su género, que permite ayudar a los estudiantes a hacer abstracción mental para el planteamiento de ecuaciones. Se cultivaron acociles y lombrices, en el primer caso para recuperar una especie comestible y en el segundo para obtener un abono con desperdicios orgánicos de una escuela. Con gran ingenio y potencial aplicativo, se

construyó una estufa solar y un deshidratador de frutas y verduras usando también energía solar. Se estudió la ecología de un bosque y de una laguna de Morelos y se hizo un estudio en donde se estableció qué tan contaminados –microbiológicamente–, se encuentran algunos ríos de Morelos. Estos trabajos, en varios casos se hicieron con la participación de profesores de varias escuelas y con materiales y recursos muy limitados. Hay que decir, sin embargo, que el principal recurso, el talento, nunca fue una limitante.

El Diplomado se desarrolló en cinco módulos (Física, Química, Biología, Matemáticas e Historia de las Ideas Científicas), que coordinaron destacados investigadores, tanto de la UAEM como de la UNAM (Oscar Rodríguez, Jaime Padilla, Luis Javier Álvarez, Antonio Sarmiento, Mariano López de Haro, Antonio del Rio, Miguel Ángel Ramírez, César Rodríguez y Mario Ordóñez).

En el ciclo escolar que esta iniciando (septiembre 2008), ofreceremos el Diplomado “Pensamiento Científico en el Aula”, al cual invitamos a participar a los maestros que imparten materias de ciencias naturales y de matemáticas tanto de secundaria como del nivel medio superior en nuestro estado.

Con ésta y otras acciones, tenemos la gran oportunidad de hacer de Morelos, LA CAPITAL MEXICANA DEL CONOCIMIENTO.



CIENCIA *OPORTUNA*



Prólogo

Un buen número de fenómenos en nuestra vida cotidiana suceden sin que se pueda prever (parcial o totalmente) su aparición o sin que se pueda saber qué efectos tendrá una determinada medida o los resultados de un determinado proceso. La llegada de huracanes, epidemias como el dengue o la influenza, un resultado electoral, el impacto de la instalación de semáforos en una glorieta o la propagación de un rumor, son ejemplo de este tipo de fenómenos.

En esta sección se presentan artículos que se publicaron originalmente en *La Unión de Morelos* en fechas que fueron particularmente oportunas (de ahí el nombre de la sección).

A pocos días de la entrada del huracán “Dean” en la República Mexicana, en septiembre de 2007, se publicó un artículo que explicaba al público cómo se podía predecir la trayectoria de un huracán. Cuando en agosto de 2008 en el Estado de Morelos se desató una epidemia de dengue, un experto en el tema publicó un artículo que detallaba qué era y cómo se contagiaba esta enfermedad y qué medidas se podían tomar en las familias para evitar enfermarse.

En la que fuera la Glorieta de Zapata de la ciudad de Cuernavaca, las autoridades municipales de ese entonces instalaron un sistema de semáforos que, según ellos, resolvería al agudo problema de tráfico vehicular en esa glorieta. Con amplia difusión por parte de las autoridades, se anunció que el sistema de semáforos “inteligentes” iniciaría su operación el lunes 15 de diciembre de 2008. Dos investigadores en física desarrollaron un modelo matemático que permitió predecir que el sistema sería un desastre. El artículo, que se terminó de preparar el domingo anterior por la noche, se publicó en la edición de *La Unión de Morelos* de ese lunes (día en que aparecen las contribuciones de la ACMor) 15 de diciembre. Cerca de las nueve de la

mañana, los graves congestionamientos que se ocasionaron confirmaron plenamente la predicción del modelo. De haber tomado las autoridades una decisión basada en la ciencia, se hubiera podido ahorrar toda la inversión inútil en ese sistema “inteligente” y las molestias que causó a los automovilistas. Este artículo se complementa con una nota periodística, aparecida al día siguiente (martes 16 de diciembre) en donde se entrevista al autor del modelo y se describe lo que pasó aquel día.

Todos recordamos la semana de finales de abril de 2009, cuando el país se paralizó debido a la amenaza de epidemia de influenza AH1N1. El lunes 27 de abril de 2009, el primer día hábil de la contingencia, apenas decretada dos días antes, se publicó en *La Unión de Morelos* un artículo escrito ese fin de semana por virólogos especialistas –miembros de la ACMor– que describía qué era la influenza y qué acciones debía tomar la población al respecto. No sabemos de ningún otro medio de comunicación escrito y sociedad científica que haya reaccionado con tanta oportunidad para proporcionar información veraz y útil al respecto. Poco después, en mayo y junio de 2009, se publicaron dos artículos más, uno que describía una posible alternativa (usando anticuerpos) para tratar la influenza y otro que describía la forma y las bases matemáticas sobre cómo se podía modelar una epidemia como la de influenza.

El domingo 21 de junio de 2009 se llevaron a cabo elecciones en el estado de Morelos y el lunes 22 de junio se dieron a conocer los resultados en la prensa escrita. Ese mismo lunes se publicó un artículo que describe las matemáticas involucradas detrás de cualquier ejercicio democrático y que concluye que, de acuerdo a las matemáticas, no hay un sistema ideal, pero que las propias matemáticas nos ayudan a evaluar diversos sistemas y a la posibilidad de escoger los mejores y no los

peores.

A mediados de abril de 2010, un rumor paralizó la ciudad de Cuernavaca. Unos días después, por encargo del Comité Editorial de la ACMor, un investigador miembro de la ACMor publicó un artículo que describe la forma como se propagan los rumores y la dificultad de discernir sobre si el mensaje es cierto o falso.

Los artículos incluidos en esta sección ilustran que la ciencia puede contribuir, sobre

todo, a entender aspectos de la realidad cotidiana y con ello a proponer soluciones –basadas en la ciencia- a problemas diversos de la vida diaria. Esto es sólo es un ejemplo de lo útil que resultaría, sobre todo para las autoridades en todos sus niveles, si muchas de las decisiones que se tomaran, estuvieran basadas en los métodos y el conocimiento de las ciencias.

Sobre la propagación de rumores

Hernán Larralde Ridaura

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Hace unos días (mediados de abril de 2010) se propagó por Cuernavaca el rumor de que una banda de narcotraficantes haría un “operativo” durante la noche y recomendaba a la gente no salir de sus casas después de las 8 p.m. Como consecuencia, las escuelas vespertinas suspendieron actividades, múltiples negocios cerraron temprano, los jóvenes no fueron a los “antros” y en vez de la típica atmósfera festiva que reina en Cuernavaca los viernes por la noche, hubo una noche semi desierta y tensa.

Un aspecto interesante de esta situación fue la extraordinaria rapidez y eficiencia con la que se propagó el rumor: Para el viernes al mediodía, yo ya había recibido la información por cinco vías distintas y para la tarde, casi todos en Cuernavaca, y muchos en el D.F., estaban enterados. Ante la amenaza de peligro que contenía el rumor y la ausencia de información oficial al respecto, la gente decidió no correr riesgos y casi todas las actividades sociales se suspendieron esa noche. De manera análoga, en otros contextos, la propagación de rumores afecta las decisiones en una enorme variedad de situaciones. Así, los rumores pueden afectar la imagen de deportistas y actores, repercutiendo en su popularidad; pueden afectar la reputación de personajes políticos y los resultados de elecciones; pueden afectar las decisiones de compra y venta, y por lo tanto las cotizaciones de instrumentos financieros. De hecho, históricamente, los rumores han incitado revueltas, han alimentado prejuicios, han llevado empresas a la quiebra; también han evitado desastres, han roto parejas y han afectado amistades. El rumor que afectó a Cuernavaca causó, cuando menos, pérdidas económicas, pero con la información disponible hasta el momento, aún no sabemos si habrá evitado que ocurrieran desgracias mayores la noche del viernes.

En vista de la gran influencia que pueden tener los rumores sobre el comportamiento de los individuos que conforman la sociedad, a lo largo de los años se han hecho esfuerzos por tratar de entender qué son los rumores, cómo reaccionan los individuos al recibirlos, y cómo se propagan a través del tejido social. Como veremos más adelante, la propagación de rumores comparte muchos aspectos con el proceso de propagación de epidemias. Pero antes de pasar a eso, debemos definir qué es lo que vamos a entender como un rumor. Para la discusión que sigue, un rumor se refiere a información, un mensaje, que se transmite entre personas sin que el contenido del mensaje haya sido confirmado. Es importante recalcar que esta definición no presupone que el rumor sea falso o verídico, tan solo que la veracidad del mensaje no es

confirmada antes de transmitirlo a otras personas.

Ahora bien, distintas personas reaccionan de manera diferente al recibir un rumor. Algunas personas no le dan crédito, lo ignoran y no lo continúan propagando. Otras, en cambio, sí lo creen y lo comunican a los conocidos que podrían estar interesados. Pero aun los propagadores de un rumor cesan de propagarlo después de cierto tiempo, incluso si lo vuelven a recibir por algún otro canal, ya sea porque el rumor perdió novedad, porque perdió interés, perdió vigencia o urgencia. El símil con las epidemias es más o menos sencillo: un rumor se propaga como una enfermedad. De manera muy simplificada, una epidemia se propaga en una población que está compuesta por individuos que pueden ser inmunes, susceptibles, enfermos o refractarios. Los inmunes no se enferman (ya sea por su naturaleza o por estar vacunados) aun habiendo estado en contacto con personas infectadas, ni contagian a otros; en el contexto de la propagación de rumores, éstos corresponden a los que no creen el rumor y no lo propagan. Los susceptibles son las personas que están sanas pero podrían ser contagiadas si entran en contacto con un enfermo; éstos corresponden a quienes aun no han recibido el rumor. Las personas refractarias son aquéllas que ya sufrieron la enfermedad, pudiendo contagiar a otros, pero ya sanaron. En el ámbito de epidemias, la gente que se cura de una enfermedad frecuentemente adquiere defensas que la inmunizan de manera que no se vuelve a contagiar. En el contexto de la propagación de rumores, los individuos refractarios corresponden a la gente que habiendo recibido y transmitido el rumor, después de cierto tiempo, deja de propagar el rumor. La similitud entre ambos procesos es tal que la modelación matemática de epidemias y de propagación de rumores coincide en muchos aspectos. Tan es así, que en ambos casos se hacen preguntas parecidas: ¿cuánto tarda en propagarse la epidemia/rumor? ¿Cuánta gente se entera/contagia? ¿Cómo varía la transmisión del rumor/epidemia en el tiempo? ¿Cómo se puede contener el rumor/epidemia?, entre otras.

Pero también hay diferencias entre ambos procesos. Posiblemente la diferencia más importante radica en las redes de transmisión, que son determinadas por los mecanismos a través de los cuales se propagan las enfermedades y los rumores, respectivamente. Por ejemplo, el rumor que afectó a Cuernavaca se transmitió por correos electrónicos, por conversaciones telefónicas, por conversaciones personales, e incluso por algunos medios de comunicación masiva. En cambio, epidemias como la de influenza* se propagan principalmente por transmisión de fluidos

* Ver artículos de C. Arias y S. López y de M. José publicados en este volumen, páginas 106 y 112.

(lágrimas, saliva, etc); mientras que el SIDA se transmite principalmente por contacto sexual y por transfusiones de sangre. Los rumores se esparcen a través de las redes sociales de los individuos que conforman a la sociedad, y la transmisión del rumor puede hacerse por medio de cualquiera de los medios de comunicación que estén disponibles, de manera que los rumores se pueden transmitir de manera selectiva, en conversaciones uno a uno con amigos, o de manera colectiva a muchas personas, en reuniones o mediante correos electrónicos enviados a largas listas de contactos. Esto explica en parte la eficiencia con la que se propagan hoy en día los rumores. Mientras que en el caso de epidemias, una persona con SIDA, por ejemplo, sólo puede contagiar a sus parejas sexuales, en el caso de un rumor una persona en internet lo puede transmitir a cientos de conocidos, con un teclazo. Además de las diferencias entre las redes de comunicación sobre las que se propagan los rumores, y las redes de contactos cercanos sobre las que se propagan las epidemias, hay otra diferencia notable entre los procesos de propagación de rumores y de epidemias. En el caso de rumores, es frecuente que la gente haga un esfuerzo por transmitir el rumor, resultando en una propagación más eficiente; en cambio, es raro que un una persona enferma busque

activamente contagiar a sus conocidos. De hecho, cuando hay alguien enfermo de una enfermedad contagiosa se le aísla, poniéndolo en cuarentena, con el objetivo de reducir el número de gente que entra en contacto con él y así reducir la capacidad de propagación de la enfermedad.

Otro aspecto interesante en la propagación de rumores, que también tiene analogías en el contexto de epidemias, en donde el agente infeccioso puede mutar mientras se propaga, es que el contenido del rumor, el mensaje, también puede cambiar al ser transmitido de una persona a otra. Esto ocurre por varias razones, entre las que destacan: que la persona retransmitiendo el rumor no lo haya entendido correctamente al recibirlo, como ocurre en el juego de teléfono descompuesto; otra posibilidad es que la persona retransmitiendo el rumor lo modifique intencionalmente, ya sea omitiendo detalles que a él le parecen irrelevantes (o incorrectos) y/o añadiendo información extra (lo que llamaríamos “echarle de su cosecha”). Volviendo a la situación que vivimos en Cuernavaca, a mí me llegaron dos versiones del rumor, una como la describí al inicio de estas líneas, y otra, aparentemente menos difundida, en la que se afirmaba que eran las autoridades las que habían decretado un toque de queda para el viernes en la



Teoría del rumor, obra del pintor César Leal Jiménez

noche. Bien podría haber sido el caso que una de las versiones fuera una “mutación” de la otra. Esto nos lleva, finalmente, a la pregunta de la veracidad de los rumores. En general, es difícil decidir qué tan veraces son los rumores cuando se originan. Sin embargo, si son susceptibles a ser modificados durante su transmisión, suelen degenerar en mensajes que tienen poco o nada que ver con el rumor original, en cuyo caso, probablemente tengan pocos elementos de verdad. Aunque también se puede dar el caso en que las modificaciones durante la transmisión corrigen los detalles incorrectos del mensaje original, dando lugar a rumores extremadamente veraces. Esto último es infrecuente porque requiere que el mensaje pase a través de personas con suficiente información y criterio como para corregir los errores antes de que cambien el sentido del mensaje, y retransmitan el rumor “corregido”. En el caso del

rumor en Cuernavaca, los mecanismos de transmisión electrónica redujeron las posibilidades de cambiar el mensaje (ya que se redirigía la carta “original”) y solamente la transmisión oral del rumor debe de haber sido la causa de que hubieran ocurrido los posibles cambios en el mensaje original. En vista de lo anterior, en general es recomendable sospechar de la veracidad de rumores que han adquirido contenidos diferentes, ya que esto significa que han tenido tiempo de ser modificados durante su propagación. Sin embargo, si hay razones para creer que el rumor no ha sido modificado, o si las diversas versiones coinciden en su mensaje esencial aunque no en sus detalles, es decir, si uno aún puede discernir el mensaje original, entonces sólo teniendo acceso a información veraz y oportuna por otros medios, se puede determinar la veracidad o falsedad de dicho mensaje.

Matemáticas Electorales

W. Luis Mochán

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos A. C.

La siguiente carta fue interceptada por nuestro servicio de detectives. La publicamos en este medio para advertir a los lectores sobre su contenido y significado. Sin embargo, para proteger la privacidad de los involucrados, se han eliminado sus nombres verdaderos, el puesto al que aspiran y el municipio donde se llevó a cabo el estudio que sigue. Se recomienda que el lector haga sus propias cuentas para verificar la exactitud del análisis de los resultados.

Lic. Eudoxio Encues Tabas
Investigación de Mercados y
Sondeos de Opinión

Lic. Godofredo Conta Bais
Presidente

Instituto Electoral de San Indalecio de Arriba
Distinguido Lic. Conta Bais,

De acuerdo a sus precisas instrucciones hemos realizado un sondeo de opinión entre los habitantes de San Indalecio de Arriba en cuanto a los candidatos a ocupar el puesto de burgomaestre. Ponemos a su apreciable consideración los resultados, resumidos en la siguiente tabla.

Preferencias electorales de los habitantes de...				
A	B	C	D	Primera Opción
D	D	B	C	Segunda Opción
C	C	D	B	Tercera Opción
B	A	A	A	Cuarta Opción
48%	24%	20%	8%	Porcentaje

Permítame explicarle primero el significado de la tabla: la primera columna de la tabla muestra que 48% de los electores prefieren al candidato *A* sobre el candidato *D*, a *D* sobre *C* y a *C* sobre *B*. Similarmente, la segunda columna muestra que el 24% del electorado prefiere a *B* sobre todos los demás, pero de no estar *B* preferirían a *D* y si ambos faltaran preferirían a *C*, mientras que su última opción sería *A*. Las demás columnas han de leerse de manera similar.

En base a los resultados anteriores, le recomendamos que

1. Lleve a cabo una votación sencilla para que gane *A* con 48% de los votos, seguido por *B* con el 24%, *C* con el 20% y finalmente *D* con el 8%.

2. Lleve a cabo una elección a dos vueltas, eliminando en la primera a *C* y a *D*. De acuerdo a la tercera columna de nuestra tabla, los votos que hubiese ganado *C* en la primera vuelta serían transferidos a *B* en la segunda. Análogamente, de acuerdo a la cuarta columna, los que hubiese ganado *D* en la primera vuelta, no pudiendo serle transferidos a *C* quién estaría eliminado, también serían transferidos a *B*, quien ganaría con $24\%+20\%+8\%=52\%$ de los votos contra 48% para *A*.

3. Realice un procedimiento eliminatorio a tres rondas, en que primero elimine a *D* por obtener sólo el 8% de la primera votación, transfiriendo sus votos a *C* quien quedaría con $20\%+8\%=28\%$ de los votos para la segunda ronda. En ésta, se eliminaría a *B* quien sólo tendría 24% de los votos contra 48% para *A* y 28% para *C*. De acuerdo a nuestra tabla, en la votación final entre *A* y *C*, *A* sólo sería el favorito del 48% de los electores, mientras que todos los demás preferirían a cualquier candidato sobre *A*, por lo cual *C* ganaría con 52% de los votos.

4. Realice una votación ponderada en que cada elector otorgue 3 puntos a su candidato favorito, 2 puntos a su segunda opción, 1 punto a su tercera opción y ningún punto a su cuarta opción. En este caso ganaría *D* con $(2 \times 48\% + 2 \times 24\% + 1 \times 20\% + 3 \times 8\%) / (3 + 2 + 1 + 0) = (188/6)\% = 31.3\%$ de los puntos, mientras que *C* obtendría segundo lugar con $(1 \times 48\% + 1 \times 24\% + 3 \times 20\% + 2 \times 8\%) / 6 = 24.7\%$, *A* tercer lugar con $(3 \times 48\% + 0 \times 24\% + 0 \times 20\% + 0 \times 8\%) / 6 = 24\%$, y *B* quedaría en último lugar con $(0 \times 48\% + 3 \times 24\% + 2 \times 20\% + 1 \times 8\%) / 6 = 20\%$ de los puntos.

Aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo y me despido de Ud. con el deseo de que el análisis anterior le sea útil para elegir democráticamente al candidato que Ud. considere idóneo.

Atentamente,
(Firma ilegible)

Lic. Eudoxio Encues Tabas

*Nota: Antes de discutirla, tengo que confesar que la carta mostrada arriba es totalmente **APÓCRIFA**, inventada, producto de la imaginación. Sin embargo, tablas de preferencias análogas a la descrita arriba sí podrían existir en la práctica y no deben considerarse como excepcionales; el resultado de muchas elecciones sí dependería del método empleado para designar al ganador.*

Dada la tabla de preferencias ¿podría Ud. decir cuál de los cuatro candidatos *A, B, C* o *D* debería ganar en unas elecciones REALMENTE democráticas, dadas las preferencias de la población resumidas en la tabla? La absurda situación descrita en la carta anterior es sólo un ejemplo de lo complicado que puede ser definir la preferencia de una sociedad a partir de las preferencias de sus miembros. Si, por ejemplo, alguien argumentara que en una votación representativa *A* debe ganar pues tiene más adeptos que los demás, como muestra la primera columna de la tabla, alguien más podría contra-argumentar que *A* debe perder pues la mayor parte de la gente lo detesta, como muestra el cuarto renglón. ¿Cuál de los dos tiene razón? ¿Cuál de los dos tiene MAS razón? ¿Tiene sentido la pregunta?

Los cuatro sistemas de votación considerados arriba: votación simple, votación a dos vueltas, eliminatorias y votación ponderada, son sistemas en uso común para tomar decisiones colectivas a partir de las preferencias individuales. Lo sorprendente es que cuatro sistemas aparentemente inofensivos, todos ellos de uso común, arrojen cuatro resultados totalmente distintos cuando se emplean en el mismo grupo de personas. Para cada candidato existe un método de elección que le da el triunfo democráticamente. **TODOS** los sistemas de elección adolecen de una u

otra falla y nos llevan a resultados sorprendentes cuando son empleados en ciertas condiciones específicas.

Considere otro ejemplo sencillo: tres amigos, Ambrosio, Baldomero y Calixto se reúnen a cenar y quieren decidir a donde ir: a la *TAQUERÍA*, la *POZOLERÍA* o la *TORTERÍA*. A Ambrosio le gustan más los tacos que el pozole y prefiere el pozole a las tortas, mientras que Baldomero prefiere el pozole a las tortas y éstas a los tacos y Calixto prefiere tortas a tacos y a pozole. ¿A qué restaurante deben ir? Se detienen frente a la taquería, pero deciden no entrar pues tanto a Baldomero como a Calixto les gustan más las tortas que los tacos. Se dirigen entonces a la tortería, pero al llegar se arrepienten, pues tanto Ambrosio como Baldomero prefieren pozole en lugar de tortas. En la entrada de la pozolería Calixto y Ambrosio protestan, pues ambos preferirían cenar tacos que cenar pozole. Ante cualquier opción, la mayoría tiene otra opción que considera mejor. Siendo así, parece que nuestros amigos tendrán que quedarse con hambre, a menos que Ud. encuentre una solución a su dilema.

Los ejemplos anteriores ilustran los profundos problemas a que se enfrentan los sistemas electorales, algunos de los cuales han sido capturados en un resultado matemático conocido como el **TEOREMA**





DE IMPOSIBILIDAD DE ARROW, introducido por el economista Kenneth J. Arrow. Considere una elección de la cual resulte una lista de las preferencias de una sociedad, determinada a partir de las preferencias individuales de sus miembros. Piense Ud. en qué requisitos debería tener dicha elección para poder ser considerada ideal. Entre otras condiciones, estará Ud. de acuerdo en que se deberían cumplir las siguientes:

1. Que no haya un dictador, es decir, que no sea un sólo elector quien decida el resultado de la elección sin tomar en cuenta las preferencias de los demás electores.
2. Que si TODOS los electores prefirieran cierta alternativa sobre cierta otra, digamos, a A sobre B , en el resultado final A quede por arriba de B .
3. Que si el resultado de cierta elección otorgara a A un mejor lugar que a B , este resultado no se vea modificado si algún elector cambia su opinión sobre

un tercer candidato C pero sin modificar su preferencia relativa entre A y B . Por ejemplo, si inicialmente un elector prefiriera a A sobre B y a B sobre C , el favorito de la sociedad entre A y B no debería cambiar si dicho elector modificara su preferencia y decidiera que A es mejor que C y que C supera a B o si decidiera que C es mejor que A pero A sigue siendo mejor que B . El resultado relativo entre dos candidatos no debe depender de las opiniones sobre un tercer candidato; el resultado debe ser independiente de alternativas irrelevantes. (Si parece trabalgüas, lea este párrafo de nuevo, más despacio).

El teorema de Arrow establece que *NO EXISTE NINGÚN MECANISMO DE ELECCIÓN ENTRE TRES O MÁS CANDIDATOS QUE CUMPLA CON TODOS LOS CRITERIOS ENUNCIADOS ARRIBA*. La demostración de este teorema es muy sencilla, ingeniosa y bonita, y no requiere de conocimientos matemáticos previos, pero es demasiado larga como para presentarla en este artículo.

Quiero enfatizar que el resultado anterior es un *TEOREMA MATEMÁTICO*. El resultado de Arrow no nos enseña que hemos sido incapaces de encontrar un mecanismo idóneo, justo y objetivo para que la sociedad tome decisiones considerando las preferencias de todos sus miembros en toda circunstancia y cumpliendo con las razonables condiciones enunciadas arriba; lo que nos dice es que es y será *IMPOSIBLE* hallar dicho mecanismo, sin importar cuánto nos esforcemos en buscarlo. Lo anterior se puede resumir en pocas palabras, *NO PUEDE HABER UNA DEMOCRACIA PERFECTA*.

Si bien las matemáticas nos aseguran que no hay un sistema ideal, ellas mismas pueden ayudarnos a evaluar diversos sistemas electorales para desechar los peores y establecer los mejores, o aunque sea, los menos malos. Las matemáticas también nos permiten estudiar las propiedades estadísticas de los resultados y la confiabilidad de los mismos y nos enseñan a cuantificar sus márgenes de incertidumbre. El teorema de Arrow y la consecuente imposibilidad de la perfección no nos debe volver complacientes frente a las múltiples deficiencias de nuestro sistema político.

Epidemia de influenza: ¿Qué es y qué hacer?

Carlos F. Arias y Susana López

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

¿Qué es un virus?

En el mundo de los microorganismos dentro del cual estamos muy familiarizados con las bacterias o con los hongos, existe también otro grupo constituido por *los virus*. A diferencia de los otros microorganismos, los virus no pueden vivir de manera independiente y requieren de las células (humanas o animales por ejemplo) para subsistir. Disponen de toda una maquinaria biológica que les permite tomar el control de las células que infectan para poder reproducirse, aumentar en número, y pasar así a infectar a otras células. Por esta razón, la manera más eficaz de luchar contra ellos es evitar el contagio, aislando y apartándonos de los individuos que han sido contagiados. Es importante recordar que los antibióticos que se utilizan para controlar infecciones de bacterias no sirven para controlar infecciones por virus.

Con frecuencia los virus son responsables de *epidemias*, es decir, enfermedades que afectan a un gran número de personas en un lugar y momento determinado: cuando las epidemias suceden al mismo tiempo en más de un continente del mundo, se denominan *pandemias*.

¿Qué es la Influenza?

La influenza es una enfermedad de las vías respiratorias causada por cierto tipo de virus, a los que nos referiremos como “virus de influenza” y que para mayor claridad se clasifican en tres grandes categorías: A, B y C. Los virus de influenza tipo A infectan una amplia variedad de aves y mamíferos y han sido responsables de tres pandemias ocurridas el siglo pasado. Un problema complejo es el hecho de que dentro de los virus tipo A existen muchas variantes que obligan a clasificarlos en “subtipos” a los que nos referiremos más adelante. Los virus de influenza tipo B sólo infectan humanos, pero como sólo existe un subtipo de ellos, tienen un bajo potencial de causar pandemias, y de hecho hasta ahora no han causado ninguna, aunque sí provocan enfermedades respiratorias serias. Los virus de influenza tipo C, al igual que el tipo B, sólo infectan humanos, pero causan enfermedades respiratorias moderadas y han sido poco estudiados.

Debido a su potencial epidémico y pandémico, la atención de las organizaciones internacionales y nacionales para protección de la salud está puesta en los virus de influenza tipo A. De manera gruesa, cada

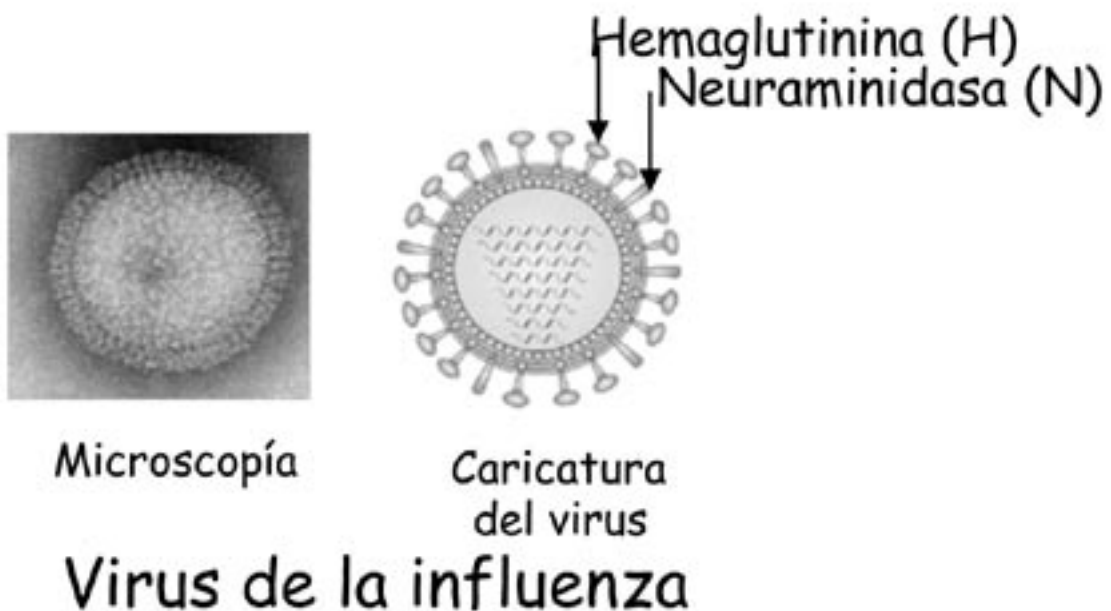


Figura 1

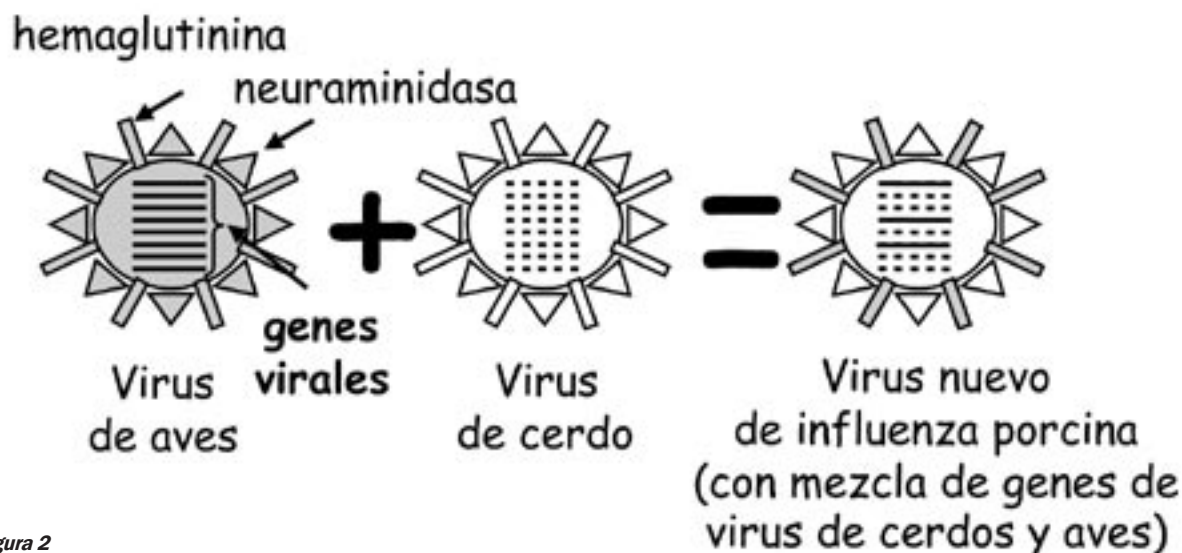


Figura 2

año el virus de influenza tipo A es el responsable de hasta medio millón de muertes en el mundo, después de enfermar a cerca de 500 millones de seres humanos. Dado que este tipo de influenza ocurre regularmente durante los meses fríos de cada año se conoce como *influenza estacional*.

Como puede observarse en la figura 1, cuando observamos a los virus de la influenza en el microscopio parecen esferas con una cobertura en su superficie. Los microbiólogos han podido determinar que la cubierta está constituida por dos tipos de proteínas diferentes: la *Hemaglutinina* y la *Neuraminidasa*, a las que para mayor facilidad se describe simplemente como H y N, respectivamente. Es gracias a estas dos proteínas que el virus de la influenza es altamente infeccioso. Hasta ahora se han encontrado en la naturaleza 16 subtipos diferentes de H que se denominan simplemente como H1 a H16 y 9 variantes de N (de N1 a N9). Así, cuando se habla de un virus de influenza tipo A, es importante definir el subtipo al que pertenece, que podrá ser por ejemplo H1N1, H3N2, H15N9, etc. La mayor parte de los virus de influenza tipo A tienen su hábitat natural en las células de aves silvestres acuáticas, como los patos y las gaviotas, entre otras, aunque algunos subtipos se encuentran también en los cerdos. De ahí que se hable de virus de influenza aviar o virus de influenza porcina.

La causa por la cual el virus de la influenza es tan peligroso para los seres humanos deriva de la forma en que están estructurados sus genes. Recordemos aquí que los genes definen a todas las especies vivas, y que al conjunto de genes se le denomina genoma. Pues bien, en el caso del virus de la influenza, el genoma está estructurado de forma tal, que cuando dos virus diferentes (es decir dos subtipos) infectan a un mismo animal, es muy fácil que intercambien sus genes, dando lugar a nuevos subtipos de virus, resultado de

nuevas combinaciones de H y N, diferentes a las de los virus originales, como se muestra en la figura 2. De estas combinaciones de las proteínas H y N pueden surgir virus de influenza mucho más peligrosos que los originales. A esto se agrega un segundo riesgo: por lo general, los virus que infectan a las aves no infectan a los humanos; tampoco los que infectan a los humanos pueden infectar a las aves, pero los cerdos que se infectan desde luego con los virus porcinos, también son susceptibles de infectarse con los virus que infectan a las aves (aviar) y con los virus que infectan a los humanos. Así, por ejemplo, si un cerdo se infecta al mismo tiempo con un virus de influenza aviar proveniente de un pato y con un virus porcino, se convierte en un recipiente en el que se mezclan los genes y del cual podrán surgir nuevos virus con un subtipo diferente (ver esquema 3). Si los nuevos virus fueran capaces de transmitirse eficientemente de persona a persona, tendrían un alto potencial de causar una epidemia, y potencialmente una pandemia, ya que la población mundial no tendría inmunidad contra estos subtipos de virus.

¿Qué virus está causando la epidemia de influenza actual?

Como es ya del conocimiento de la mayor parte de la población, por la difusión que se le ha dado en los medios, y las medidas de control que han tomado el gobierno federal y algunos gobiernos estatales, en las últimas dos semanas* ha habido un número de casos de enfermedades respiratorias severas (ERS) superior a lo esperado para esta época del año, tanto en la Ciudad de México, como en al menos otras 14 entidades federativas (hasta este momento), lo cual indica que en varias regiones del país están ocurriendo brotes epidémicos de ERS. La gran mayoría de los casos de ERS, así como de las defunciones ocurridas, se han concentrado en el Distrito Federal.

* Del 12 a 26 de abril de 2009

De los resultados que se han generado en el Centro para Control de Enfermedades de Atlanta, Estados Unidos y en el Laboratorio Nacional de Microbiología de Canadá, hasta ahora se sabe que hay cuatro tipos del virus de influenza circulando en este momento en nuestro país: las cepas tradicionales que infectan cada año a la población mundial, que ya definimos como influenza estacional, y que corresponde a virus de influenza A subtipos H1N1 y H3N2, y a virus de influenza B. Además de estos tres tipos comunes de virus, está circulando una cepa H1N1 que es de origen porcino, pero que también tiene algunos genes de origen aviar (ver figura 3). La mayoría de los casos de ERS caracterizados hasta ahora se han encontrado asociados a la cepa de origen porcino, aunque también a cepas de influenza estacional. El virus de influenza porcina está también circulando en los Estados Unidos y empiezan a haber reportes de su presencia en algunos países de Europa. La información disponible hasta el momento sugiere que se trata del mismo virus.

Una de las incógnitas importantes de la epidemia actual es que se desconoce en qué momento del brote epidémico nos encontramos, esto es, en el principio, a la mitad, o en la fase final del brote, ya que mucha gente podría estar infectada sin saberlo. Habrá de transcurrir cuando menos una semana a partir de ahora para reunir mayor información que permita contestar a esta pregunta.

¿Como es la infección con el virus de influenza?

La gripe o catarro común puede ser causado por diferentes virus (rinovirus, adenovirus, coronavirus, etc.), los cuales en general infectan las vías respiratorias superiores sin afectar los pulmones. Los síntomas más comunes son congestión nasal, dolor de garganta, a veces dolor de cabeza, y aunque no muy frecuentemente, puede haber un poco de fiebre. Las

complicaciones más frecuentes son sinusitis y dolor de oído. En cambio, la infección causada por el virus de influenza puede además llegar hasta los pulmones, causando una enfermedad respiratoria severa. La complicación más seria es la neumonía. A diferencia del catarro común, en la infección por influenza se presenta fiebre alta (de más de 39°C) que dura de tres a cuatro días, fuerte dolor de cabeza y dolores musculares intensos; no hay mucha congestión nasal, ni dolor de garganta, pero sí se acompaña de fatiga y tos que puede ser bastante severa. Si se presentan tres o más de estos síntomas es recomendable acudir con su médico o al centro de salud más cercano. Si no es el caso, es mejor no saturar los servicios médicos; pensemos en que alguien más puede necesitarlos.

¿Qué hacer?

1. La vacunación en este momento no parece ser una medida efectiva, por dos razones. La primera es que la cepa de influenza porcina H1N1 que está causando el problema es diferente a la cepa H1N1 estacional para la cual fue creada la vacuna que existe actualmente, por lo que ésta no inducirá una protección adecuada, o ésta será muy moderada. En segundo lugar, la protección que confiere la vacuna toma un par de semanas para ser efectiva, momento en el cual es probable que el brote ya haya cedido.

2. El virus H1N1 porcino que está ocasionando el brote es sensible al medicamento antiviral oseltamivir (Tamiflu), por lo que el tratamiento con este fármaco es efectivo en su control. Se recomienda administrar este antiviral sólo en aquellos pacientes en los que se haya comprobado que la ERS se debe a una infección por el virus de influenza. No es recomendable automedicarse con este fármaco, ni con ningún otro. Como ya mencionamos, los antibióticos no se deben utilizar en este caso.

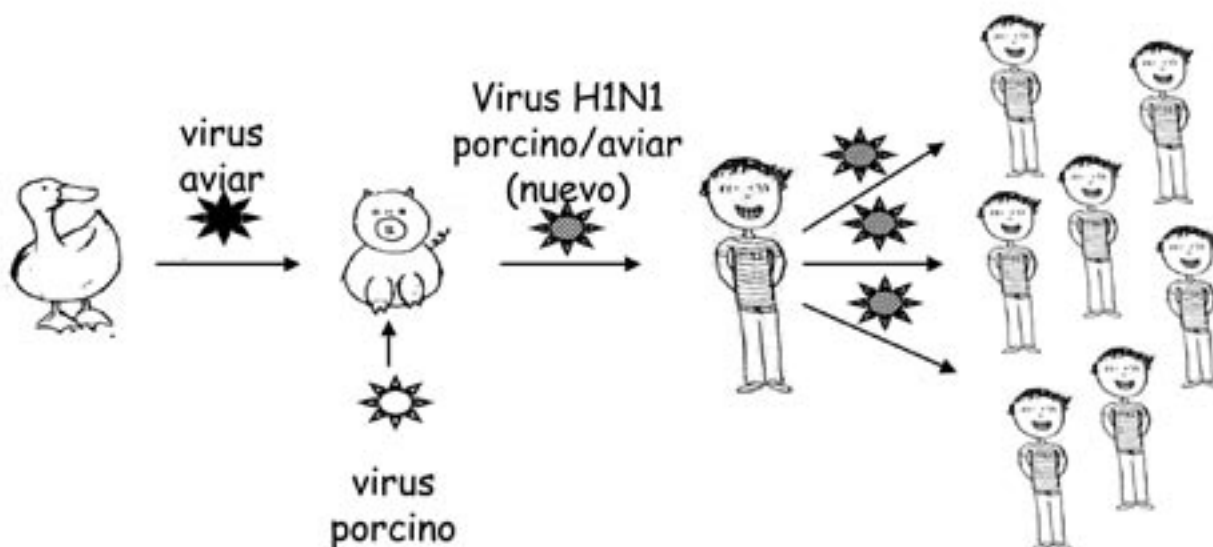


Figura 3

3. La influenza se contagia cuando una persona enferma tose o estornuda cerca de otras personas, pues se forman aerosoles de la saliva (pequeñas gotitas) que contienen virus que pueden ser aspirados por personas sanas. También se contagia al tocar con las manos superficies o artículos contaminados con este virus, las cuales se llevan posteriormente a ojos, nariz y boca. Es por estas razones que es importante seguir las indicaciones generales que la Secretaría de Salud está dando a conocer ampliamente en Internet y a través de diferentes medios de comunicación, que fundamentalmente consisten en evitar cambios bruscos de temperatura, no saludar de mano ni de beso, lavarse las manos frecuentemente, evitar tocarse ojos, nariz y boca, estornudar correctamente (no sobre las manos, ver figura 4), no asistir a sitios donde se reúnan muchas personas, como cines, teatros, antros, eventos masivos, etc. Recordemos que estas medidas son sólo temporales y que serán de gran ayuda para evitar el contagio y la propagación de la epidemia.

4. Aunque la cepa H1N1 que está circulando es de origen porcino, no hay ningún problema con el consumo de carne de cerdo, y como siempre ésta debe de ser bien cocida. También es recomendable consumir frutas y verduras ricas en vitaminas A y C.

5. Es importante que tomemos conciencia de que la situación por la que estamos pasando es seria y debe de ser vigilada muy de cerca. Finalmente el virus responsable de la mayor parte de los casos es un virus nuevo, de origen animal, que se ha transmitido al hombre y que tiene un potencial de causar una pandemia, por lo que debe de ser vigilado estrechamente, como lo están haciendo las autoridades de salud de nuestro país en conjunto con organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud.

6. Aunque hasta ahora en el Estado de Morelos se han reportado solo dos casos (uno de ellos en Cuernavaca y el otro en Cuautla), hay que considerar el riesgo que implica nuestra cercanía con la Cd. de México y el movimiento cotidiano de un número elevado de personas entre las dos ciudades, además del importante flujo de capitalinos que ocurre los fines de semana. Por estas razones es recomendable evitar asistir a los antros, eventos públicos, cines, y cualquier otro lugar con alta concentración de personas en Cuernavaca y las principales ciudades del Estado.

Como estornudar:



Figura 4

7. Todos nosotros podemos colaborar en este momento siendo voceros de las medidas de protección mencionadas y reforzar las que tome la Secretaría de Salud, previniendo falsas alarmas y desactivando comentarios no informados que pueden alarmar innecesariamente a la comunidad. En este sentido es importante mencionar que hasta ahora la información difundida indica que de cada 100 personas que se infectan sólo mueren 5 ó 6 (y el porcentaje de mortalidad –cuántos se mueren por cada 100 que se infectan- podría ser todavía bastante menor si consideramos que pueden haber muchas más personas infectados con el virus de las cuáles no se enteran las autoridades de salud), por lo que la gran mayoría de los infectados con esta nueva cepa de influenza recuperarán la salud en algunos días.

Para mayor información sobre medidas de protección pueden consultar:

http://132.248.32.1/~ATTACH/20884Preg_Influenza_poblacion.pdf

Sobre el posible uso de anticuerpos para tratar la influenza

Joaquín Sánchez Castillo

Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Miembro y Presidente 2009-2010 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

En un artículo científico publicado muy recientemente -en marzo de 2009- en la prestigiosa revista *Nature Structural & Molecular Biology*, por los científicos Jianhua Sui, William C. Hwang, Sandra Pérez y colaboradores, del Instituto Dana Farber de los Estados Unidos, cuyo título en castellano sería: “Bases estructurales y funcionales para la neutralización de amplio espectro de virus de influenza aviar y humana tipo A” (referencia 1, al final del texto), se demostró que anticuerpos producidos en el laboratorio pueden neutralizar una gama de virus de la influenza, incluyendo el virus H1N1, semejante al que causa la actual epidemia de influenza. Claro, el virus por ellos usado es el antiguo H1N1, también llamado virus de la Influenza española, ya que sería prácticamente imposible realizar un estudio de esa naturaleza en unas cuantas semanas. No obstante que no se trate de un estudio sobre el nuevo H1N1, el reporte es muy alentador porque abre posibilidades



de tratamiento, además de que ilustra que el no cejar en la búsqueda científica puede llevar a metas que, en principio, parecen inalcanzables. Es decir, se llegó a la identificación de un componente que podría proveer protección contra diversas variedades del virus influenza y posiblemente, aun de manera independiente, a la variación estacional de ellos, algo que ha sido buscado durante largo tiempo.

¿En qué consiste este hallazgo? Recordemos primero algunos aspectos moleculares del virus. La superficie del pequeñísimo virus (una diezmilésima de milímetro) está forrada por dos principales proteínas: la hemaglutinina (representada por una H en la simbología H1N1) y la neuraminidasa (simbolizada por una N). Esa hemaglutinina es como un adhesivo que le permite al virus pegarse a las células de nuestras mucosas de la nariz, los ojos, la boca; un paso esencial que permite al virus internarse en las células para iniciar su perniciosa multiplicación. La hemaglutinina es una proteína compuesta de veinte diferentes aminoácidos, eslabonados uno tras otro en forma análoga a un collar de más de 450 cuentas. El arreglo y tipo de aminoácidos es muy importante para la capacidad adherente de la hemaglutinina, especialmente algunos de ellos. En bioquímica se acostumbra representar a los 20 diferentes aminoácidos por una letra del alfabeto cada uno (excluyendo las letras B, J, O, U, X y Z). Así, podríamos representar una región de la proteína hemaglutinina que fuese clave para unión del virus a la célula como sigue: LGVSSA. Esta secuencia de aminoácidos existe realmente en un tipo de hemaglutinina (H5) y si ella se



cambiase a VGVSSV (cambio de L por V y A por V) resulta que se alteraría la especificidad de adherencia (referencia 2, al final del texto). Es decir, la secuencia intacta permite a la hemaglutinina unirse a moléculas en la célula de las aves y la secuencia alterada la unión a células del hombre y de las aves.

Éste es un ejemplo claro de uno de los mecanismos subyacentes a la versatilidad del virus para infectar diferentes organismos, pero no es el único y podría no actuar independientemente de otros cambios en el virus. Igualmente, hay otras secuencias de la hemaglutinina que pueden participar en cambio de la especificidad; además, hay variabilidad genética que influye sobre la capacidad de infectar a diversos animales que no es de tipo mutacional, sino que tiene que ver con la adquisición de material genético de otros virus influenza A durante el empaquetamiento del virus. Pero, independientemente de ello y si vamos a las bases de cómo se produce el cambio en el aminoácido L por V ó A por V, encontramos que esos cambios se generan por mutación a nivel del gen para la hemaglutinina. Mutaciones frecuentes en esa y otras regiones del gen explicarían en buena parte la variabilidad de los virus y explicarían también porqué, a pesar de haber sufrido influenza un año, al año siguiente se pueda uno infectar de nuevo. Sin embargo, también hay partes del gen de la hemaglutinina que no sufren mutación, o al menos mucho menos frecuentemente; en consecuencia, en la hemaglutinina hay regiones donde las secuencias de aminoácidos prácticamente no cambian y por ello se les ha denominado regiones “conservadas”. En el citado trabajo, los investigadores encontraron que las secuencias conservadas son útiles para desarrollar anticuerpos llamados neutralizantes o nAb, los cuales pueden evitar la muerte por influenza en animales



Modelo cristalográfico de la hemaglutinina del virus de la influenza A visto desde la zona distal a la superficie viral.



experimentales. Afortunadamente, esas regiones de la hemaglutinina son tan conservadas que –a diferencia de las secuencias para adherencia a la célula– también cambian muy poco entre variedades de la hemaglutinina. Por ello, los anticuerpos nAb contra las regiones conservadas en H5 podrían neutralizar a los virus H5N1 y también a los virus H1N1.

El reporte de neutralización del virus influenza por los anticuerpos nAb es especialmente motivador porque en el IBT-UNAM el Dr. Alejandro Alagón (miembro de nuestra Academia) ha desarrollado anticuerpos para tratamiento (Faboterapia) de condiciones médicas, especialmente para combatir los efectos del veneno de animales ponzoñosos. De inmediato se ocurre la pregunta: ¿será posible aplicar la Faboterapia para el tratamiento de la influenza y, en caso de desarrollarse esa terapia, lograr la rápida recuperación de pacientes infectados por el virus? En ese hipotético escenario se puede incluso visualizar tratamiento combinado de Faboterapia con antivirales como el Oseltamivir o la Amantadina. Cabe señalar que demostrar reproducibilidad de la neutralización será un requisito *sine qua non* para el subsecuente desarrollo de la Faboterapia. Estemos al pendiente de nuevos desarrollos en ese campo.

1. Sui, J *et al.* (2009) Structural and functional bases for broad-spectrum neutralization of avian and human influenza A viruses. *Nature Structural & Molecular Biology* 16, 265–273.

2. Auewarakul, P *et al.* (2007) An avian influenza H5N1 virus that binds to a human-type receptor. *Journal of Virology* 81, 9950-9955.

Cómo modelar una epidemia: el caso de la influenza

Marco V. José

Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM
Centro Internacional de Ciencias, A.C., Cuernavaca, Morelos
Miembro Fundador de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Un poco de historia de los modelos epidemiológicos

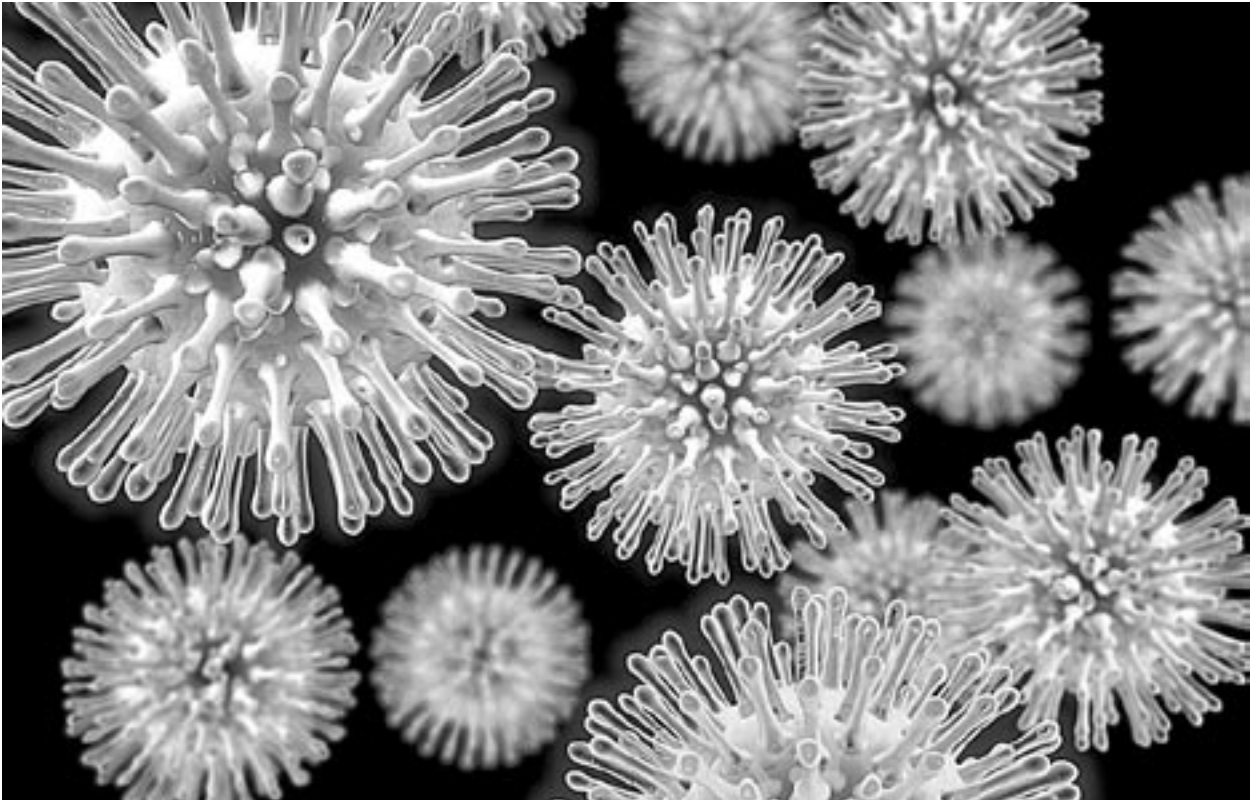
El 20 de Abril de 1760 (antes de la primera vacuna en contra de la viruela elaborada en 1776 por Edward Jenner) el matemático suizo Daniel Bernoulli presentó en la Academia Real de Ciencias de París un análisis matemático acerca de los riesgos y beneficios de la vacunación de la viruela mediante la “variación”, que es la exposición de una persona sana a un inóculo de infección de una persona infectada lo cual producía una benigna enfermedad en el sujeto sano que al recuperarse adquiría inmunidad a la viruela por el resto de su vida. El primer registro escrito de la “variación” es de alrededor de 1000 AD. En la discusión de su trabajo Bernoulli formuló y resolvió las ecuaciones diferenciales relevantes y evaluó los resultados en términos de medidas de control. Así, la epidemiología matemática nacía como una ciencia cuantitativa a partir de un problema real de salud y directamente orientada a la acción práctica. La primera contribución relevante de la teoría epidemiológica contemporánea la realizó W. Hamer en 1906, quien postuló el llamado principio acción de masas de la epidemiología de enfermedades infecciosas. Este principio establece que la tasa de propagación de una enfermedad infecciosa es directamente proporcional al producto del número de individuos infectados por el número de individuos susceptibles (individuos sanos). Ronald Ross (quien ganó el Premio Nobel por descubrir el mosquito



S (susceptibles) → I (infectados) → R (recuperados)



Figura 1. Esquema básico de una epidemia, en donde la población se distribuye en varios compartimentos y en donde los individuos se mueven a través de ellos.



anófeles que transmite el paludismo o malaria) utilizó el principio de acción de masas en un modelo de tiempo continuo en su trabajo clásico de la dinámica de la malaria, publicado en 1908. En el modelo estructurado de Ross se usaba por primera vez una teoría matemática, como una poderosa herramienta de investigación en epidemiología. Las ideas de Hamer y Ross fueron ampliadas con más detalle por H. Soper en 1929, quien dedujo mecanismos fundamentales de la periodicidad en la incidencia de varias enfermedades infecciosas. Asimismo, W. Kermack y A. McKendrick, en 1927 formularon el famoso teorema de umbrales de epidemias que establece que se requiere de un cierto valor crítico del número de susceptibles arriba del cual puede originarse una epidemia. Este teorema junto con el principio de acción de masas constituyeron durante

el Siglo XX las piezas angulares de la epidemiología teórica moderna.

R. Anderson y R. M. May publicaron en 1982 un artículo en la prestigiosa revista *Science* en el que lograron la estimación de la propagación de enfermedades infecciosas en comunidades humanas, así como del número reproductivo básico de la infección denotado por R_0 , y el uso de esta medida para determinar los niveles de inmunización necesarios para controlar e inclusive erradicar las enfermedades prevenibles por vacunación.

¿Cómo elaborar un modelo?

Los modelos matemáticos no necesitan incluir todos los detalles del mundo real (dejarían de ser modelos). En verdad, el formular modelos sobre fenómenos biológicos tiene su arte. Lo ideal es desarrollar un modelo sencillo. No es recomendable que los modelos sean complicados o que involucren matemáticas muy sofisticadas para captar la esencia del problema biológico. Aunque modelos complicados pueden ajustar mejor los datos, es posible que, con ellos, los elementos relevantes que determinan la dinámica sean más difíciles de identificar. El propósito de un modelo matemático no es simplemente ajustar los datos, sino contestar o refinar las preguntas que se le hacen al sistema. Un modelo sencillo que ofrece una aproximación razonable a la realidad resulta más útil que uno complicado, porque es más fácil de interpretar. En general la estrategia depende del conocimiento biológico que se tenga de antemano. Si se sabe poco del fenómeno a modelar, entonces se requiere reunir la mayor cantidad posible de

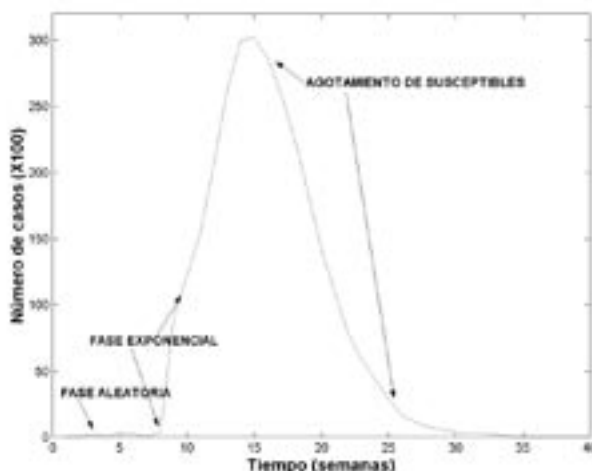


Figura 2. Simulación de un ciclo epidémico de Influenza.



Sir Ronald Ross, descubridor del mosquito que transmite el paludismo y que ganó por ello el Premio Nobel.

datos y usar la estadística con la que se pueden hacer proyecciones confiables a corto plazo. Si se tiene algún conocimiento del fenómeno en cuestión, entonces el uso de la probabilidad es lo recomendable y se necesita una cantidad intermedia de datos. Con los modelos probabilísticos se pueden realizar pronósticos confiables a corto y mediano plazo. Si se conoce a fondo la historia natural de la enfermedad entonces a veces no se requiere tener datos para reproducir la dinámica y se pueden hacer predicciones confiables a largo plazo aunque en ocasiones esto conlleva el costo de no ser precisos, sobretodo en el corto plazo. La matemática usada en este último caso depende también del propósito del modelo. Un primer uso es el de tener una idea de cómo puede ocurrir una epidemia y resaltar cuáles son las variables y parámetros relevantes. Es importante estimar la magnitud del problema y hacer predicciones de la epidemia en curso.

Típicamente, para construir un modelo matemático de una epidemia se divide a la población en distintos compartimentos dependiendo de la infección en particular. En general los individuos se mueven al través de estos compartimentos con distintas tasas (ver figura 1).

Una vez que el número de individuos infectados es lo suficientemente grande como para que los efectos debidos al azar sean despreciables, se suscita una reacción en cadena que genera un crecimiento exponencial de la epidemia. Esta fase exponencial empieza a desaparecer una vez que empiezan a agotarse los susceptibles (ver figura 2). Este efecto se resume por el número reproductivo básico, R_0 , hasta que se agotan los susceptibles. En la figura 2 se ilustra una simulación de un ciclo epidémico hipotético de influenza con un $R_0=1.6$, una población de 20 millones de individuos, una tasa de transmisión exponencial y un período de infecciosidad de 4 días, usando un modelo discreto donde la unidad de tiempo es un día (en base a lo postulado por el autor en una publicación científica, ver referencia 1 al final del texto).

La influenza en México y el efecto del retraso en la notificación

En la actualidad estamos viviendo en México una epidemia de influenza del subtipo H1N1 que ha alcanzado dimensiones de pandemia. La necesidad del monitoreo de casos y defunciones es un problema fundamental. En todas las epidemias existen retrasos inherentes a la notificación. La distribución probabilística de los retrasos entre las fechas de inicio del diagnóstico y las fechas de notificación de un caso de influenza a un cuerpo central de notificación, posee características inherentes para cada país o región: los retrasos en la notificación son variables y dependen de diversos factores tales como la región geográfica donde se llevó a cabo el diagnóstico y el tiempo calendario de diagnóstico. Ante una nueva epidemia como esta, ciertos factores como una demanda no oportuna de los servicios de salud, escasos recursos de unidades y material de diagnóstico para la confirmación de casos y una baja eficiencia de la vigilancia epidemiológica, pueden tener como consecuencia retrasos significativos en la notificación.

El retraso en la notificación provoca una reducción aparente en las curvas de incidencia del padecimiento. Las medidas de prevención deben, por lo tanto, continuar. Los efectos de las excelentes medidas recomendadas por el gobierno federal orientadas a cortar la transmisión del virus y la magnífica respuesta de la sociedad, podrán evaluarse en forma definitiva y con precisión cuando conozcamos cómo se distribuye en el tiempo el retraso en la notificación de la epidemia (y sepamos el valor de R_0), ya que la reducción en el número de casos, como se vió, es aparente.

1. Lara-Sagahón A, Kharchenko V, José MV (2007) Stability analysis of a delay-difference SIS epidemiological model. Appl. Math. Sci. 1:1277-1298.

Ciencia, juego y tráfico

W. Luis Mochán

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Vera Brudny

Departamento de Física y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Hace más de un mes (noviembre de 2008) que presentimos el desastre. Pero no; la razón parecía haberse impuesto. Los semáforos, aunque siempre amenazantes, prendieron únicamente de manera intermitente, mostrando así que efectivamente podían ser inteligentes, razonables. A los conductores ingenuos que siguieron los señalamientos viales se les indicó con firmeza por los agentes de tránsito en servicio que no era tiempo aún, que siguieran circulando de acuerdo con el sentido usual. Pero hace unos días se anunció de manera definitiva el propósito de seguir adelante con el proyecto. A partir del 15 de diciembre de 2008 (quizás mientras Ud. lee esta nota) cambiará la circulación en la glorieta de Zapata, una de las intersecciones viales más transitadas de Cuernavaca, Morelos, sobre la que confluyen vías que comunican al norte de la ciudad con el Centro, con varias colonias y pueblos, con algunas instituciones grandes como el Instituto Nacional de Salud, la UAEM y el campus Morelos de la UNAM y con el Distrito Federal a través de la autopista y la carretera federal. La solución propuesta por las autoridades



de tránsito ha sido anunciada mediante panfletos y señalamientos viales y se halla resumida en la figura anexa. Básicamente, quien ingrese a la glorieta y desee virar hacia su izquierda deberá hacerlo *antes* de atravesar la glorieta, recorriéndola en la dirección en que giran las manecillas del reloj y de manera opuesta a la circulación convencional.

En gran medida, los problemas de tránsito alrededor de glorietas se deben a errores *estratégicos* por parte de los automovilistas y de los agentes de tránsito que con frecuencia desconocen un principio fundamental: *la máxima prioridad es para quien ya ingresó en la glorieta*. Una glorieta es un sistema complejo con interacciones indirectas de largo alcance que pueden llevar a situaciones sorprendentes. Es común que algún vehículo *A* entre a la glorieta bloqueando a algún otro vehículo *B*, que a su vez bloquea a *C*, quien bloquee a *D* y así sucesivamente hasta llegar, rodeando la glorieta, a algún vehículo *P* que se halle justo enfrente de *A*, quien de manera indirecta estaría entonces *bloqueándose a sí mismo*. Es por ello que no debe entrar a la glorieta quien no tenga libre y asegurada su salida.

Explicar las ideas anteriores a automovilistas y agentes es difícil, por lo cual hace algunos años ideamos un simple *juego de video* que permitiría entender de manera entretenida el complejo comportamiento del tráfico. Nuestro trabajo cotidiano, la investigación científica de las propiedades ópticas no-lineales de la materia, nada tiene que ver con el tráfico en Cuernavaca. Sin embargo, para que nuestros resultados sean de relevancia a nivel internacional, debemos construir y dominar herramientas teóricas y

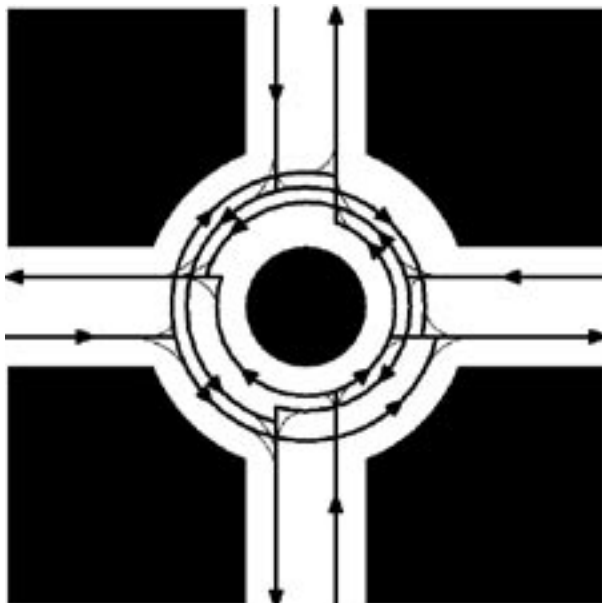


Fig. 1. Se muestra esquemáticamente la glorieta de Zapata y la circulación que tendrá a partir del 15 de diciembre. Las flechas indican la dirección de circulación y las líneas delgadas las vueltas permitidas en las intersecciones.

computacionales que pueden ser fácilmente aplicables al problema en cuestión. Nuestra comunidad científica debe investigar, produciendo resultados originales publicables en las revistas del más alto nivel mundial, pero sus conocimientos, habilidades y herramientas deberían ser aprovechadas por nuestro gobierno y sociedad para coadyuvar oportunamente en el diagnóstico y solución de nuestros problemas. Por ejemplo, sabemos algo de estadística, probabilidad y procesos estocásticos, podemos hacer modelos matemáticos, plantear simulaciones computacionales y visualizar sus resultados. Ante el anuncio del inminente cambio de circulación decidimos implementar el juego y aprovecharlo para evaluar la nueva propuesta. Por cuestiones de espacio y de tiempo, a continuación reportaremos sólo algunos de nuestros resultados preliminares y dejaremos una descripción detallada para una publicación posterior. Como medida cuantitativa del desempeño de la circulación empleamos el *tiempo perdido* T_p en promedio por cada vehículo al detenerse por indicaciones de un agente de tránsito o de un semáforo, para dar el paso a otro vehículo o por estar inmerso en un atasco.

Como un primer paso simulamos el tránsito en la glorieta actual. Estudiamos la circulación en ausencia total de semáforos y de agentes de tránsito con corridas de doscientos a mil vehículos cada una. Conforme se incrementa el flujo vehicular F_v , es decir, el número de vehículos que intenta ingresar a la glorieta cada minuto, aumenta muy ligeramente el tiempo perdido T_p , hasta que el flujo alcanza cierto *flujo crítico* F_c en el cual invariablemente el tránsito se atasca. Esta es una *transición de fase* a partir de la cual *se vuelve indispensable controlar la glorieta* mediante agentes o semáforos. Haciéndolo de la manera más eficiente posible, el tiempo perdido T_p es aproximadamente 10 veces mayor en flujos ligeramente superiores al umbral de atascamiento ($F_v > F_c$) que para flujos ligeramente inferiores ($F_v < F_c$) y se puede conservar casi constante mediante un adecuado manejo hasta que F_v alcanza el triple de su valor crítico $3 F_c$. Para flujos aún mayores, T_p aumenta primero gradual y luego rápidamente con F_v .

En un segundo paso investigamos la nueva circulación propuesta. En este caso, la circulación es *imposible* sin semáforos o agentes. El motivo se puede adivinar de observar la figura: hay muchas regiones de conflicto donde circulan vehículos en sentidos contrarios por el mismo carril. Una segunda observación inmediata es que aún con flujos casi nulos es imposible controlar el tráfico con semáforos colocados en su disposición actual *a la salida* y no a

la entrada de la glorieta. Como fue discutido arriba es prioritario permitir la salida de la glorieta y evitar bloquearla con los vehículos que entran en ella. Con la nueva circulación hay muchas posibilidades de conflictos *irreversibles* por darse entre vehículos que viajan en direcciones opuestas. Será indispensable complementar los semáforos existentes con agentes en todas las entradas. Una tercera observación es la imposibilidad de lograr una circulación sin obligar a quien viaja por su izquierda a dar vuelta a la izquierda. Bajo el nuevo esquema, el conductor deberá ubicarse correctamente según su dirección de salida con mucha anticipación, y no deberá modificar su elección una vez que ingresa a la glorieta. Probamos muchas estrategias para controlar el tráfico y el resultado resultó invariablemente mucho peor que para el caso anterior. Por ejemplo, para un flujo ligeramente mayor a F_c , el tiempo perdido T_p fue aproximadamente 3 veces mayor para la nueva circulación que para la anterior. Para un flujo modesto $F_v = F_c/3$, T_p resultó 30 veces mayor. Por último, observamos que el nuevo esquema no es robusto y es intolerante frente a errores. Basta con cometer un solo error en una esquina para que el tráfico colapse.

En vista de los resultados anteriores podemos prever con cierta confianza que el nuevo sistema de circulación será un desastre y que seguramente será desactivado y la circulación convencional restaurada tras un breve ensayo. Este modelo debe todavía ser mejorado y apenas hemos iniciado su análisis exhaustivo. Sin embargo, sirve como ejemplo del poder predictivo de la ciencia en temas que afectan directamente la vida cotidiana. Es factible que nuestros resultados estén equivocados. Hacer predicciones teóricas, confrontarlas con el experimento y aprender del resultado constituye la esencia de la ciencia. En este caso sabremos pronto si nuestras predicciones son correctas y la circulación tendrá que ser corregida nuevamente o si estamos errados y tenemos que mejorar nuestro modelo y su simulación. Queremos terminar esta nota mencionando que existen otros asuntos que son de mucha mayor importancia para la población y para los cuales no se pueden realizar experimentos rápidos conclusivos como en el caso de la glorieta. Tal es el caso de la posible contaminación de acuíferos por la filtración de sustancias tóxicas o el cambio climático gradual por la emisión de gases a la atmósfera. De cometerse un error en esos casos, pasarían muchos años antes de que nos enterásemos y muchos años más antes de que pudiera revertirse el daño hecho, lo cual muestra lo invaluable de contar con la capacidad predictiva de la ciencia.

LA CIENCIA APLICADA A LA VIDA DIARIA

Con un modelo informático se predijo la afectación tras el cambio en la glorieta de Buena Vista

Tlaulli Rocío Preciado

Reportera de *La Unión de Morelos*

La predicción, basada en herramientas científicas, mediante la aplicación en un modelo de cómputo, se cumplió. El nuevo sistema de circulación vehicular implementado por el Ayuntamiento de Cuernavaca, en la Glorieta de Zapata, resultó contraproducente. El tiempo de espera para los conductores y las filas de vehículos fue mayor al que se registraba en el esquema anterior.

Así lo constató el investigador Luis Mochán Backal, quien un día antes, en el espacio que la Academia de Ciencias de Morelos tiene cada lunes en La Unión de Morelos, pronosticó el desastre que –confió– no se atribuya oficialmente a los ciudadanos “que no sabrían manejar” y que sirva para que los gobernantes apliquen la ciencia antes de tomar decisiones.

Este lunes (15 de Diciembre de 2008) –tras algunos momentos de prueba, durante el fin de semana– entró en operación el cambio de circulación en el referido cruce, que según las cifras de la comuna, utilizan alrededor de 5 mil 200 automovilistas por hora, es decir aproximadamente un coche por segundo en “horas pico”. Sin embargo, luego de poco más de una hora de que se tratara de aplicar este esquema, con la presencia de un numeroso grupo de agentes de tránsito que desesperadamente, con pronunciados ademanes trataban de “guiar” a los conductores, se suspendió, hasta nuevo aviso, o en al menos unos 15 días.

Mochán Backal investigador y director del Instituto de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Chamilpa, escribió en su colaboración publicada este lunes en esta casa editorial, en el espacio de la Academia de Ciencias de Morelos lo siguiente: “observamos que el nuevo esquema no es robusto y es intolerante frente a errores. Basta con cometer un solo error en una esquina para que el tráfico colapse. En vista de los resultados anteriores podemos prever con cierta confianza que el nuevo sistema de circulación será un desastre y que seguramente será desactivado y la circulación convencional restaurada tras un breve ensayo... Es factible que nuestros resultados estén equivocados. Hacer predicciones teóricas, confrontarlas con el experimento y aprender del resultado constituye la esencia de la ciencia. En este caso sabremos pronto si nuestras predicciones son correctas y la circulación

tendrá que ser corregida nuevamente o si estamos errados y tenemos que mejorar nuestro modelo y su simulación”.

El sistema aguantó, ya con la carga vehicular habitual, alrededor de una hora y fue casi de inmediato suspendido. Entrevistado al respecto, el investigador confesó haber sentido “mucho gusto” al comprobar que su modelo arrojó los resultados que sucedieron en la práctica y sobre todo cuando se percató que alrededor de las 8:15 de la mañana suspendieron este esquema. “Espero que se hayan dado cuenta de que cometieron un error, que hayan revertido esa decisión de manera total, porque creo que fue una mala idea, mucha gente pensó lo mismo. Yo fui un poco más allá, lo abordé con un modelo, la aplicación de la teoría, de la ciencia, hice una predicción y se comprobó. Es satisfactorio corroborar con un experimento, que lo que se planteó fue correcto”.

Pero por otra parte, destacó que a la vez sintió “pena de ver a la gente en el atasco, escuchar los claxon, pensar en la afectación de cada ciudadano, porque en estos casos, hacer esta clase de experimentos que involucran a la sociedad, pues son caros, imagínese el costo económico de tener a la gente varada una hora, puede ser muy alto”.



Luis Mochán propone usar más las herramientas desarrolladas por los científicos mexicanos.

Recordó que desde hace algunos años, al pasar por la glorieta de Zapata, en lo particular, se había planteado el problema de fondo, que es no considerar la premisa fundamental de que se debe dar prioridad a los vehículos que ya están circulando dentro de la glorieta, porque cuando todos los conductores tratan de pasar más pronto y no esperan el flujo, se forman nudos, al obstruir el paso a otros automóviles, que se van acumulando en filas en las demás direcciones, para tapar finalmente todos los caminos.

Comentó que desde entonces, ideó elaborar un modelo de cómputo, similar a un juego de video, con el que se podría explicar teorías físicas como la de transición de atascos, y ahora, utilizarlo para capacitar (jugando) a los policías de tránsito y tal vez a los ciudadanos.

Con este juego, que es como un simulador, podrían los agentes aprender a controlar mejor el tránsito y las autoridades competentes, podrían hacer simulaciones o introducir variables para conocer las consecuencias de sus decisiones y mejor aún, para probar, los efectos de sus estrategias.

Así, afirmó tajante, se reducirían costos de inversión pública y humanos, pues se reducirían riesgos de choques o accidentes.

Desde que anunciaron de qué manera se cambiaría la circulación y luego se pusieron los semáforos, expuso -como muchos ciudadanos por lógica lo expresaron-, me pareció que era “la peor idea que se pudo tener, porque los semáforos inteligentes, que no sé qué significa eso de que los semáforos son inteligentes, fueron colocados cuando los automóviles ya están dentro de la glorieta, cuando se debe marcar el alto de los automóviles antes de que los autos ingresen a la rotonda”. Con el juego de video ya comentado, se podría establecer varios escenarios o estrategias hasta encontrar la ideal en éste y otros cruces.

El físico mencionó que este lunes, para ver lo que ocurría en la práctica, acudió a bordo de su bicicleta al lugar, donde pudo corroborar lo que su modelo de cómputo le indicó como previsión: que fue un desastre el esquema que implementó el Ayuntamiento, “pues esta idea de poner a los coches a circular de manera encontrada sobre el mismo carril pero en direcciones opuestas, es mucho más ineficiente, menos robusto, porque aun cuando se cierre la circulación en tres entradas a la glorieta y se abra sólo una, esto generará atascos si el tráfico es mucho y no se atiende con celeridad, porque las filas crecen sin medida, los tiempos de semáforo no son suficientes.

Explicó que la fila de automóviles sobre el libramiento de la Autopista, en dirección a la Ciudad de México, llegó hasta la avenida Vicente Guerrero, porque les estorbaba el paso los autos que pretendían dar vuelta y entrar a Cuernavaca por la Paloma de la Paz, varados por los que iban a la glorieta de Zapata.



Sobre la carretera federal, indicó, fue un caos, porque los coches llegaron hasta el sector de Santa María; los que iban hacia Buena Vista, registraron mayor tiempo porque la fila llegó hasta Tlaltenango, y los que venían por Zapata también tenían problema. En su experimento, sólo la avenida Universidad estaba desahogada, en ese momento.

Apuntó que un accidente como los que han ocurrido en esta glorieta por vehículos que se han quedado sin frenos, podría tener mucho peores consecuencias con el esquema de circulación planteado por el Ayuntamiento.

Consideró que una alternativa de solución a este problema es una campaña de concientización a los automovilistas, similar a la que se hizo en el metro que establece “deje salir antes de entrar”.

Mochán Backal sostuvo que “el problema en México es que la comunidad científica es muy pequeña pero es muy fuerte, en el sentido de que todos mis colegas hacen trabajo del mejor nivel, están todos en la frontera del conocimiento en sus respectivas áreas, estamos resolviendo problemas científicos, que no son los cotidianos, entonces lo que nos falta es un enlace que nos conecte y en general no es la comunidad científica la que hará ese papel. Se requiere un entendimiento de la sociedad, de las fuerzas productivas y del gobierno y de la clase política. Con este caso, ha quedado claro, se ha demostrado que tenemos una capacidad, que ha sido subutilizada y no nos toca a nosotros dejar de hacer nuestra labor de investigación científica, pero sí podríamos asesorar a alguien, transmitir nuestras herramientas, capacitar a una persona, hacer modelos como éste, o ser consultados. Esto puede ahorrar muchos dolores de cabeza y dinero, incluso salvar vidas, lo que queremos es que lo que nosotros hacemos sea usado, que sea útil para la sociedad”.

¿Qué debemos saber sobre el dengue para evitar enfermarnos nosotros y nuestras familias?

Mario Henry Rodríguez López

Director del Instituto Nacional de Salud Pública, SSa
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

¿Qué es el dengue?

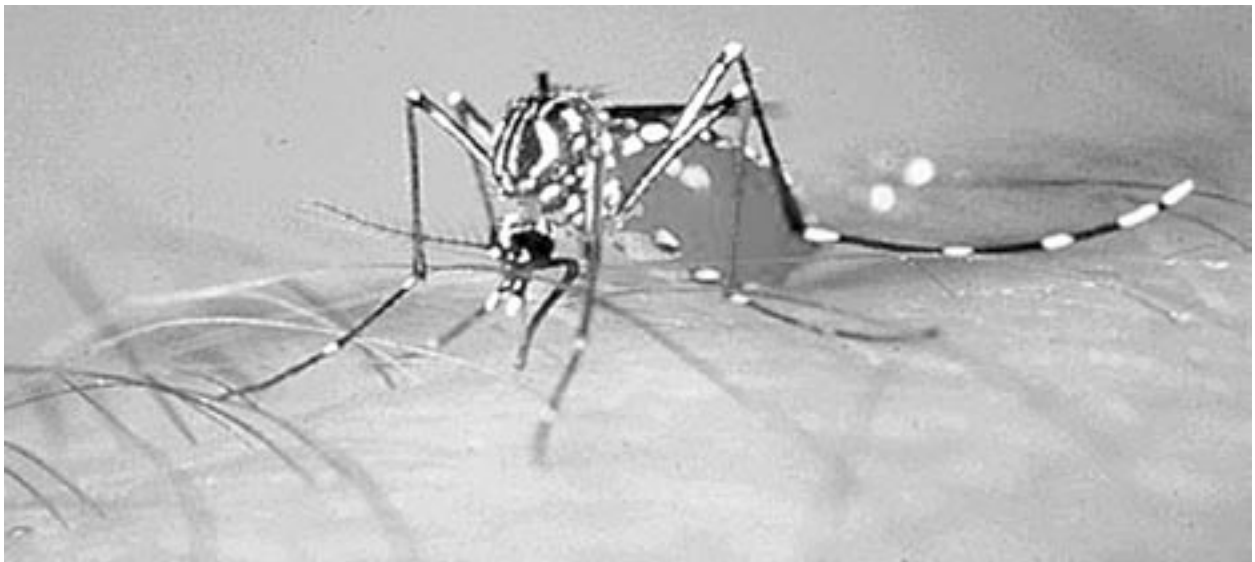
El dengue es una enfermedad infecciosa, producida por la invasión y multiplicación en nuestros organismos del virus Dengue del cual hay al menos cuatro tipos. Para poder diferenciar esos tipos de virus entre sí se utilizan sueros específicos, por lo que a estos virus se les llama virus Dengue serotipos 1 al 4. Los virus Dengue, no pueden existir en la naturaleza de manera aislada y requieren para su sobrevivencia y multiplicación de vivir dentro de células. En las células, los virus obtienen la maquinaria necesaria para multiplicar muchas veces su material genético. Este material genético contiene toda la información para autocopiarse y para ensamblar nuevos virus, que son liberados e invaden nuevas células o circulan en la sangre.

Cuando la cantidad de virus multiplicándose en nuestros organismos es lo suficientemente alta, entonces notamos que estamos enfermos, porque se producen síntomas como: fiebre, dolor muscular generalizado, dolor de espalda y de coyunturas, dolor detrás de los ojos, dolor de cabeza, puede aparecer una erupción en la piel y mucha comezón.

Por cierto, la intensidad de los síntomas puede variar y muchas veces solamente nos sentimos mal, cansados, como si nos quisiera dar gripe, otras veces ni siquiera notamos que estamos infectados, pero otras veces la postración y los dolores de espalda y coyuntura son tan graves que apenas podemos movernos, es por eso que en algunos países al dengue se le llama *quebrantahuesos*.

También es posible que los síntomas sean mucho más graves, entonces pueden aparecer sangrado, que varían de leves, como puntitos en la piel, sangrado de las encías o moretones, o sangrados internos que pueden complicarse, a esto se llama “dengue hemorrágico”; estas personas, además de postradas pueden perder el conocimiento, entrar en un estado de choque y hasta morir.

No es posible todavía saber quién va a pasar la infección sin notarlo, quién con pocos síntomas y quién puede ponerse grave, se sabe que aquellos que previamente han padecido dengue tienen más probabilidades de que cuando les vuelva a dar puedan tener dengue hemorrágico, pero esto no es la regla.



El vector epidémico más común del dengue en el mundo es el mosquito Aedes aegypti. Éste se puede identificar por las bandas blancas o patrones de escamas en sus patas y tórax. (Imagen y pie de figura tomados de la página Web del CDC, Centros de Control y Prevención de Enfermedades de los EEUU.

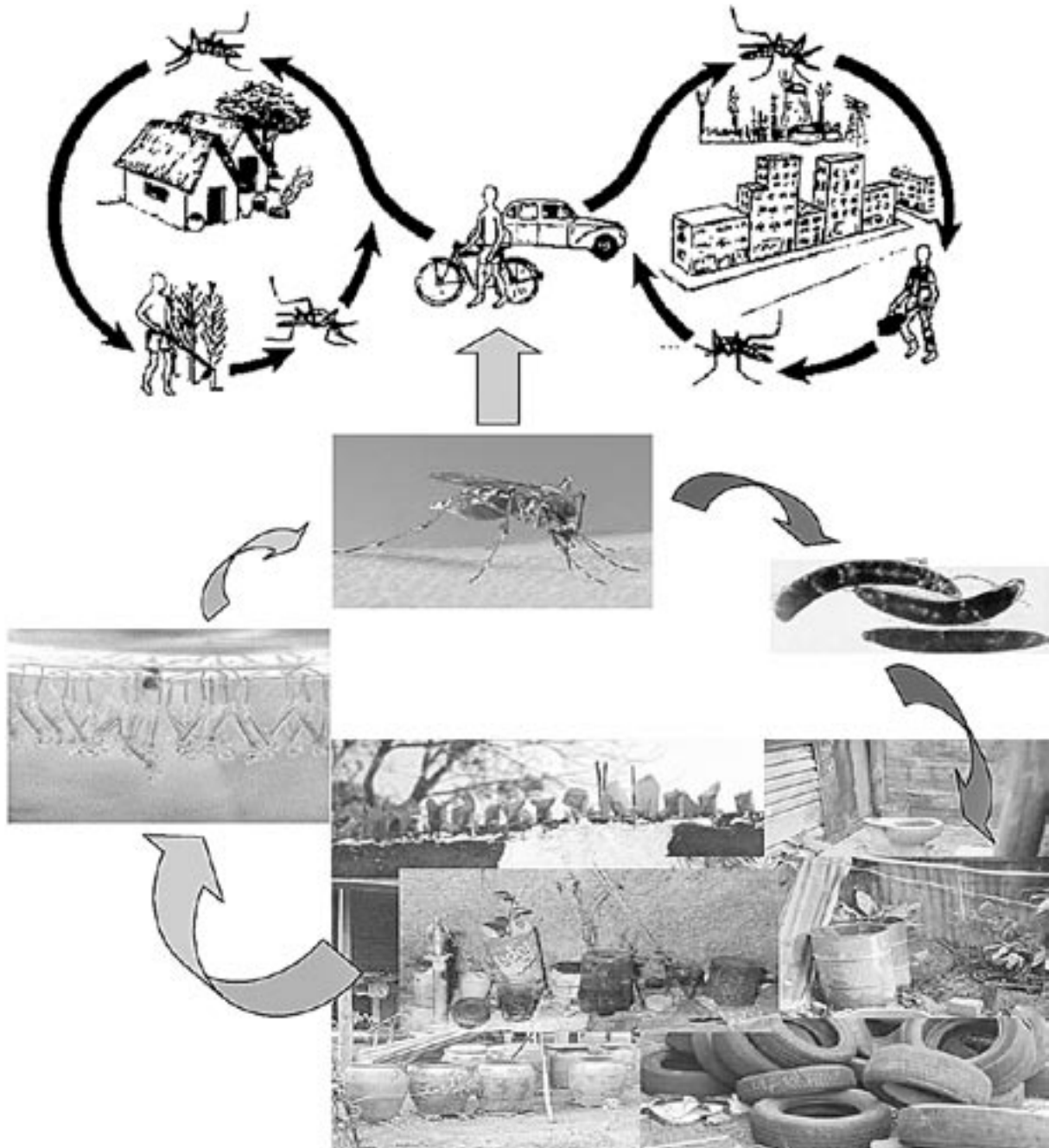
¿Cómo se contagia el dengue?

El dengue no se contagia de persona a persona, ya que el virus no sobrevive lo suficiente fuera del cuerpo humano para pasar de una persona a otra, el virus tiene que ser inyectado en nuestros cuerpos. Para ello los virus se valen de los mosquitos, pero no de todos los mosquitos, los principales transmisores de estos virus, se llaman *Aedes*, de los cuales existen en México dos tipos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*.

Las hembras de estos mosquitos necesitan sangre para poder producir sus huevos, y les encanta la sangre humana. Como las gallinas, estas hembras producen muchos huevos, pero les toma tres días para hacerlos, así que cuando los terminan, los depositan sobre agua

y ahí los olvidan, lo que les interesa es volver a tomar sangre para hacer más huevos. Esto hace que estos mosquitos se alimenten varias veces durante su vida y no siempre de la misma persona.

Cuando un mosquito toma sangre de una persona que tiene los virus del dengue, éstos infectan al mosquito y llegan a los órganos que producen la saliva. Cuando el mosquito que tiene los virus en su saliva se alimenta de otra persona, durante el piquete inyecta saliva (que tiene un anestésico, para que no sintamos el pinchazo) con sustancias que hacen que la sangre no se coagule, o que fluya más sangre en donde está picando. Con la saliva inyectada, van los virus Dengue y es así como se produce la infección.



¿Dónde se crían los mosquitos y por qué están en nuestras casas?

Los mosquitos *Aedes*, así como nuestras mascotas, se han adaptado a vivir y procrearse en nuestras casas, patios y otros lugares en donde nosotros vivimos, trabajamos, nos divertimos, estudiamos. Lo único que necesitan es de qué alimentarse (nosotros), donde reposar y digerir la sangre que nos chuparon (lugares frescos, oscuros) y es por eso que cuando abrimos nuestros roperos salen asustados (y casi nunca los podemos atrapar) y lo mas importante, donde poner sus huevos. Vimos antes que las hembras depositan sus huevos en agua. Y nosotros les ofrecemos muchos sitios con agua: los floreros, los tanques para lavar la ropa o para almacenar el agua de lluvia, los platos que ponemos debajo de las macetas y todo lo que dejamos en el patio y que se llenan de agua de lluvia: latas, botellas, cubetas y las llantas. Les encantan las llantas! Son frescas, son oscuras y no hay modo de quitarles toda el agua.

Además, cuando el agua en estos depósitos se seca, los huevos se quedan pegados en las paredes y pueden esperar hasta el próximo año cuando haya lluvia y entonces desarrollarse y producir mosquitos. Así se explica que cuando llegan las lluvias, hayan más mosquitos y pronto. Con los mosquitos, también viene el dengue. Esos huevos que puso una hembra infectada, también pueden estar infectados y los mosquitos que salen de ellos ya están infectados. Sólo hace falta que se alimenten de sangre, infecten a una persona, que después servirá de restaurante para otros mosquitos, y así pronto hay más personas infectadas con dengue.

¿Cómo evitar que nuestras casas sean fábricas de mosquitos?

De los huevos puestos en el agua, salen una larvitas, al principio muy pequeñas, difíciles de ver a simple vista, pero a los pocos días, crecen y las podemos ver subiendo y bajando (tienen que salir a la superficie para respirar), con tirar esta agua con los “gusarapitos” evitamos que lleguen a moscos adultos. Pero lo mejor es no dejar cualquier cosa que pueda coleccionar agua de lluvia o dejar destapados los tanques que usamos para almacenar agua, para evitar que los mosquitos puedan llegar al agua y pongan sus huevos.

¿Por qué no siempre hay dengue y por qué algunos años se presentan brotes importantes?

Como vimos antes, se requiere que haya mosquitos para que se transmitan los virus y para ello se requiere

que haya suficientes criaderos para sus larvas, lo cual ocurre durante las lluvias. Frecuentemente, no nos damos cuenta y acumulamos recipientes (que para algunos puede ser basura y para otros son cosas que tienen algún valor), durante la época de secas esto no tiene problema, pero cuando llegan las aguas éstos se convierten en fábricas de mosquitos. La acumulación de estos recipientes explica la estacionalidad del problema y la cantidad de ellos puede explicar que se favorezcan los brotes.

Por otra parte, recordemos que existen cuatro serotipos de virus Dengue. Cuando una persona se infecta (con o sin síntomas) con uno de los serotipos y sobrevive, se vuelve resistente a ese serotipo, pero no a los otros, es por eso que nos puede dar dengue más de una vez. Usualmente, cuando llega el dengue a una ciudad, llega un solo serotipo y como no hay todavía resistencia en la población, muchos se infectan (aparece un brote de dengue), pero los que se infectan (muchos ni lo saben) se vuelven resistentes y entonces los casos de dengue disminuyen o son esporádicos. Pero cuando se introduce otro serotipo, vuelve a ocurrir otro brote. Actualmente en el Estado existe la re-introducción del serotipo 1 y esa es una de las razones para que hayamos tenido un brote.

¿Qué podemos hacer para evitar el dengue?

Lo más importante para evitar que haya dengue en nuestras comunidades, es evitar proporcionar a los mosquitos los medios para reproducirse. Esto es evitar que se formen criaderos en nuestras casas (evitar que se colecciona agua de lluvia, tapar depósitos). Evitar que los mosquitos nos piquen, lo cual puede hacerse con repelentes, pero eso es muy complicado, poner barreras de tela en puertas y ventanas o dormir dentro de mallas o mosquiteros. Las autoridades de salud también proporcionan unos saquitos que contienen abate para poner en nuestros tanques. El abate es un insecticida organofosforado que aparentemente a las dosis que se aplica no es tóxico para nosotros, pero mata a las larvas de los mosquitos. Para matar a los mosquitos adultos, se hacen rociados aéreos (nebulizaciones). Estas nebulizaciones que son gotitas muy pequeñas que quedan suspendidas en el aire por un tiempo, matan a los mosquitos que se ponen en contacto con ellas. Si recordamos, a los mosquitos les gusta alojarse dentro de nuestras casas, por lo que es muy importante que abramos puertas y ventanas para que entre la nube de insecticida y mate a esos mosquitos.

Pronóstico de la trayectoria de los huracanes

Ricardo Prieto González

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos

Eduardo Ramos

Centro de Investigación en Energía, UNAM Campus Morelos

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

El paso del huracán Dean por el territorio mexicano hace unos días (Septiembre de 2007), marcó el inicio de la temporada anual de huracanes en nuestro país. Debido a la lejanía de nuestro estado con las costas del mar Caribe y del Golfo de México, aquí en Morelos, la mayoría de nosotros sólo nos percatamos de la presencia de este meteoro porque en el principio de la semana pasada, los días fueron inusualmente lluviosos. Gracias a los métodos de predicción modernos, fue posible saber con relativa precisión dónde, cuándo y con qué intensidad este fenómeno meteorológico interactuaría con asentamientos humanos y esto contribuyó a salvar vidas humanas y reducir daños materiales.

Los métodos modernos de monitoreo como son los satélites meteorológicos, los aviones y las estaciones terrestres nos indican que los huracanes son grandes sistemas de vientos en rotación. Se forman y se intensifican cuando están situados sobre los océanos tropicales o subtropicales en ambos hemisferios, en donde la rotación de la Tierra es suficientemente fuerte para que se inicie el movimiento circular alrededor de un centro de baja presión que posteriormente se

convierte en el “ojo” del huracán. La formación de estos vórtices o remolinos, requiere temperaturas de agua a nivel de la superficie de 27 °C o más cálidas.

El rozamiento del viento en la superficie oceánica introduce en el huracán masas de aire húmedo; el flujo hacia el interior en niveles bajos de la atmósfera se dirige hacia arriba. En su movimiento ascendente, la humedad del aire se condensa y cede calor al aire circundante. Esto a su vez hace aumentar la velocidad vertical y la intensidad de los vientos en el huracán. Cuando el aire llega a la parte superior del huracán, las nubes que forman la pared del ojo, rodean el centro y luego se desplazan hacia afuera de la estructura, como se muestra en la Fig. 1.

Los huracanes de mayor intensidad mantienen en las paredes del ojo una convección y nubosidad más alta que contiene importantes corrientes de aire ascendentes. Los huracanes tienden a debilitarse cuando se encuentran sobre tierra, debido a la menor cantidad de humedad disponible, comparada con aquella que se encuentra sobre superficies oceánicas de aguas cálidas.

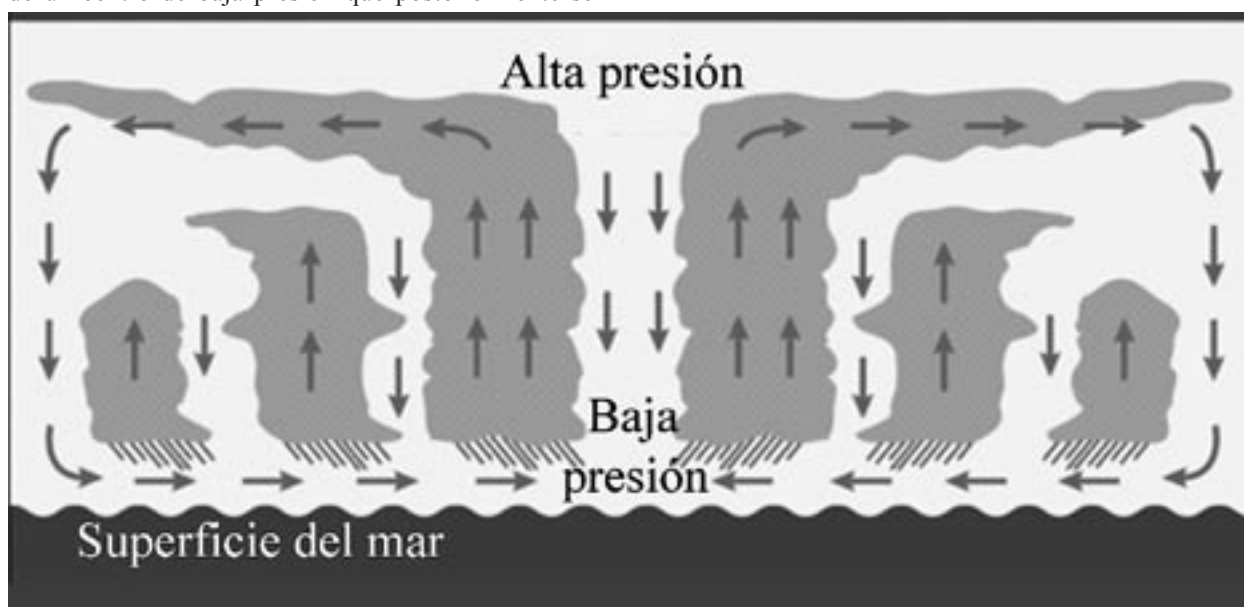


Fig. 1.- Diagrama que muestra la estructura de un huracán: Los vientos en niveles bajos se dirigen hacia el ojo, formando largas bandas espirales que se concentran y ascienden a lo largo de la pared del ojo y luego, en los niveles altos, se alejan del centro del huracán formando densas capas de nubes. Fuente: NASA

Los huracanes se desarrollan año con año en diferentes regiones oceánicas del mundo en las temporadas de verano y otoño; estos sistemas atmosféricos forman parte de un grupo más amplio de fenómenos: los ciclones tropicales. Los huracanes están clasificados de acuerdo a sus parámetros físicos que incluyen la intensidad de sus vientos máximos sostenidos, el aumento en el nivel del mar al tocar la costa y la presión mínima en el ojo del huracán. En 1969 se propuso la siguiente clasificación conocida como la escala de Saffir-Simpson.

Categoría	velocidad de viento	aumento del nivel del mar	presión mínima
1	119-153 km/h	1.2 - 1.6 m	980 milibares
2	154-177 km/h	1.7 - 2.5 m	965-979 milibares
3	178-209 km/h	2.6 - 3.8 m	945-964 milibares
4	210-249 km/h	3.9 - 5.6 m	920-944 milibares
5	mayor a 249 km/h	mayor a 5.7 m	menor a 920 milibares

Escala de Saffir-Simpson.

En las zonas cercanas a México los ciclones tropicales se desarrollan tanto en el Océano Atlántico, donde se tiene en promedio 11 ciclones tropicales por temporada, de los cuales, seis alcanzan la categoría

de huracán; como en el Océano Pacífico del Noreste, donde se observan en promedio 15 ciclones tropicales por temporada, de los cuales ocho llegan a la categoría de huracán. Es interesante comentar que en el año 2005, cuatro huracanes formados en el Océano Atlántico alcanzaron categoría 5 con velocidades máximas que fueron incrementando conforme avanzaba la temporada de huracanes hasta concluir con Wilma en el que ocurrieron vientos de hasta 295 km/h. En el huracán Dean se registraron vientos máximos sostenidos de 270 km/h.

Pronósticos de la trayectoria de los huracanes y su verificación

El pronóstico de la trayectoria y propiedades físicas de los huracanes es de mayor importancia para salvar vidas y para la prevención de afectación a la infraestructura física de los asentamientos humanos, de tal manera que ha habido un gran esfuerzo para construir modelos que permitan hacer este tipo de predicciones. Los modelos simulan la evolución de masas de aire húmedo en una región de la atmósfera terrestre partiendo de las condiciones físicas conocidas en un momento específico. Esta

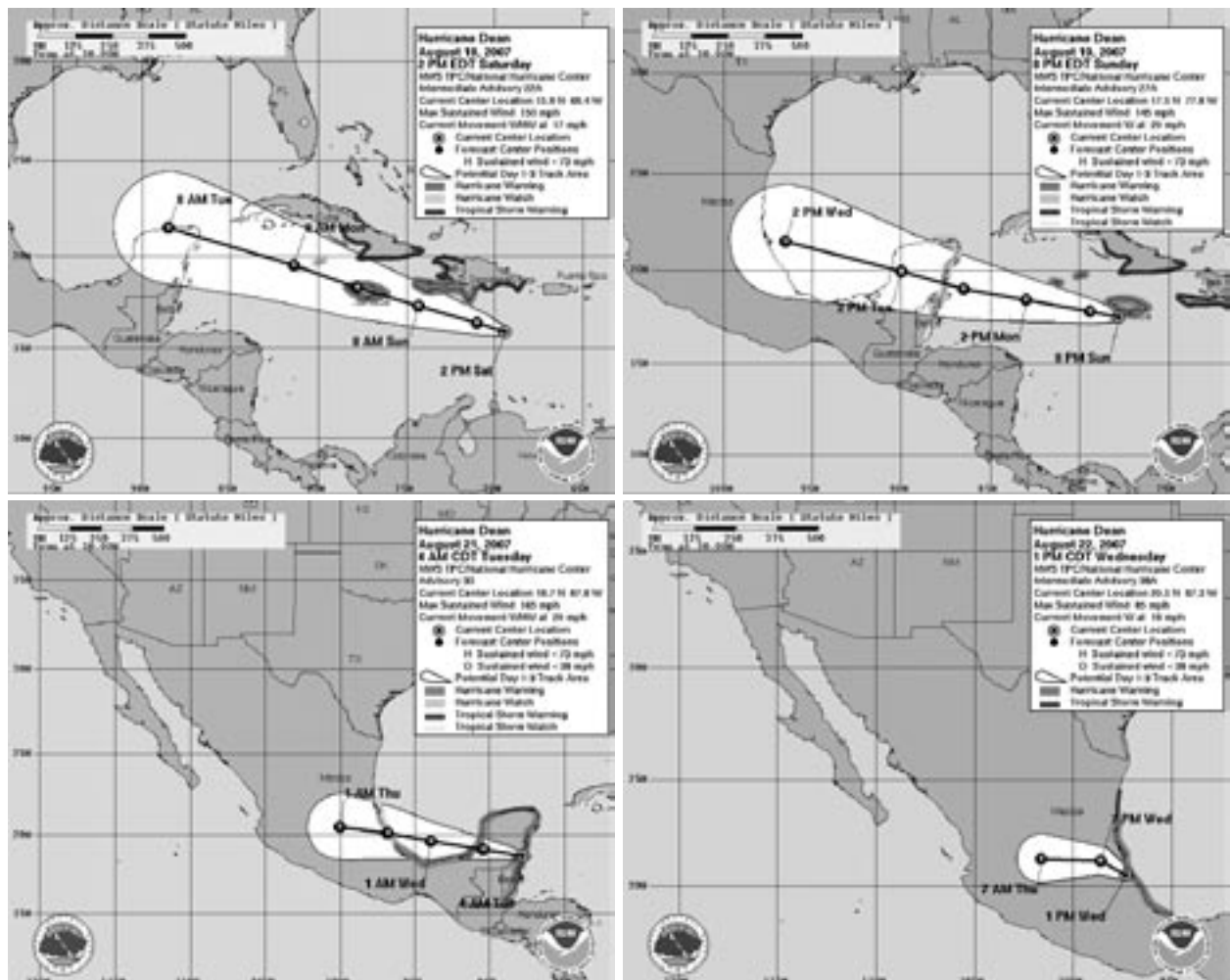


Fig. 2. Pronósticos y observaciones de la trayectoria del huracán Dean desde el sábado 18 de agosto del 2007 a la 1:00 PM, hora del centro (2:00 PM EDT), hasta el miércoles 22 de agosto a la 1:00 PM. Fuente: Centro Nacional de Huracanes de los EE.UU.

simulación se hace invocando los principios físicos de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía expresados como ecuaciones diferenciales. Estas ecuaciones relacionan los cambios espaciales y temporales de variables físicas como velocidades, temperatura, presión etc. Desgraciadamente, en el presente no se conoce la solución analítica de estas ecuaciones, y debemos resolver versiones aproximadas de ellas usando computadoras digitales. En todos los modelos los principios físicos son los mismos, pero las aproximaciones y los métodos para resolver las ecuaciones son diferentes. En la actualidad hay una febril actividad en los países que cuentan con un mayor desarrollo en ciencia, para diseñar el método que entregue los resultados que permitan hacer una predicción más precisa. Desafortunadamente, en nuestro país aún no contamos con grupos sólidos de investigación en esta rama de la ciencia, capaces de contribuir al esfuerzo mundial.

Uno de los grupos con mayor avance en el estudio de los huracanes es el Centro Nacional de Huracanes (NHC) de los EE.UU., ubicado en el estado americano de la Florida, donde se monitorean permanentemente los Océanos Atlántico y Pacífico del Noreste. En caso de que exista la presencia de un ciclón tropical, el NHC publica un boletín oficial con el pronóstico de la posición del centro del ciclón y de sus vientos máximos promediados en un minuto. Estos pronósticos son emitidos cada seis horas, y cada uno contiene las proyecciones válidas a 9, 21, 33, 45, 69, 93 y 117 horas después del tiempo de publicación del pronóstico (0300, 0900, 1500 ó 2100 UTC). Los boletines se encuentran en la página de Internet con dirección: www.nhc.noaa.gov.

Los pronósticos de la trayectoria del huracán Dean del Océano Atlántico para los días del 18 de agosto de 2007 a la 1:00 PM (2:00 PM EDT), al 22 de agosto a la 1:00 PM, se muestran gráficamente en la Fig. 2. En cada uno de los mapas, el punto en la extrema derecha de la trayectoria es la posición observada del centro del huracán, el resto de los puntos en cada trayectoria

indican las posiciones pronosticadas de su centro. En los mapas también se anota si las intensidades futuras son de tormenta tropical (S) o de huracán (H). El área blanca indica posibles desviaciones de las posiciones del centro del huracán, las cuales se deben a errores probables en los pronósticos; nótese que la incertidumbre en la posición crece conforme se predice un futuro más distante. Una observación interesante en estos mapas es que de acuerdo a la predicción del sábado a las 2:00 PM EDT (mapa en la izquierda superior), el ojo del huracán pasaría por Cancún el martes a las 8:00 AM. En predicciones subsiguientes, la trayectoria fue corregida y para las 8:00 PM del domingo 19, mostrada en el mapa de la esquina superior derecha, se sabía que el huracán entraría a México centenas de kilómetros más al sur de Cancún. Como todos sabemos y la observación de la posición del ojo del huracán revela en el mapa en la esquina inferior izquierda, Dean tocó la costa mexicana unos 290 km al sur de Cancún, en la frontera con Belice.

Al final de cada temporada, los pronósticos de trayectoria e intensidad son evaluados comparándolos con las trayectorias e intensidades observadas para cada ciclón. Los pronósticos son incluidos solamente si el sistema fue un ciclón tropical o extratropical en el momento del pronóstico y de su verificación. El error de la trayectoria se define como la distancia sobre la superficie terrestre entre el pronóstico de la posición del ciclón y la mejor estimación de la posición del centro del fenómeno, en el tiempo de la verificación del pronóstico.

La Fig.3 muestra la gráfica del error oficial en los pronósticos de trayectoria para las tormentas tropicales y huracanes del Océano Atlántico. Los puntos muestran el error en el pronóstico a 24 h (rojo), 48 h (verde), 72 h (anaranjado), 96 h (café) y 120 h (azul), durante las temporadas ciclónicas de 1970 a 2005.

Una observación interesante sobre esta figura es que los pronósticos son más certeros mientras menos tiempo transcurra a partir de su emisión. Además, hay una tendencia a conseguir mayor precisión en los pronósticos conforme transcurre el tiempo, salvo algunas excepciones como el año 2005. Esto se debe a un esfuerzo importante en el diseño de los modelos numéricos, el uso de computadoras más potentes, y el uso de mejores condiciones iniciales obtenidas a través de información recopilada por diversos medios (satélites, aviones, embarcaciones, estaciones terrestres, etc.).

Otra propiedad de los huracanes cuya predicción es muy importante es la intensidad, pues ésta es la responsable de la magnitud de los daños causados. El pronóstico de intensidad de los ciclones tropicales también tiene un margen de error asociado. La figura 4 muestra el error promedio en el pronóstico de intensidad para los ciclones tropicales del Océano Atlántico. Los errores en el pronóstico de trayectoria en



Fig. 3. Error oficial en millas náuticas (1 milla náutica=1.85 km) de los pronósticos de trayectoria para las tormentas tropicales y huracanes del Océano Atlántico. Fuente: Centro de Nacional de Huracanes de los EE.UU.



Fig. 4. Error oficial en nudos (un nudo = 1.85 km/h) de los pronósticos de intensidad para los ciclones del Océano Atlántico. Fuente: Centro Nacional de Huracanes de los EE.UU.

el hecho de que la mejoría a lo largo de los años ha sido menos clara, manteniéndose una tendencia prácticamente uniforme con oscilaciones considerables. Uno de los fenómenos que aún no está bien entendido científicamente y que interviene en mantener errores en el pronóstico de intensidad es el de la “intensificación

explosiva”, donde un ciclón aumenta abruptamente la velocidad de su viento máximo sostenido en intervalos de tiempo relativamente cortos. Un ejemplo de esta intensificación explosiva fue el huracán Wilma de 2005, el cual pasó de ser una tormenta tropical a un huracán de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson en un intervalo de 21 horas, entre el día 18 y 19 de octubre de 2005.

Debido a su posición geográfica y a las condiciones socioeconómicas existentes, México es un país especialmente vulnerable a los daños causados por los huracanes, sobre todo cuando la incidencia de los eventos ocurre en poblaciones que cuentan con poca infraestructura. Por otro lado, nuestro país también resulta grandemente beneficiado de la humedad transportada por estos movimientos organizados de grandes masas de aire, lluvia y vapor de agua. Por estas razones consideramos que es muy importante el impulsar el desarrollo del conocimiento científico relacionado con los huracanes en México, así como el de difundir este conocimiento de una forma sencilla a la población, con el objeto de que se comprendan mejor estos fenómenos y se aprenda a vivir con ellos, minimizando sus afectaciones y aprovechando al máximo sus beneficios.



CIENCIA LOCAL



Prólogo

Cada rama del saber científico se desprende del tronco cuando tiene objetivos y metodologías propias, que la identifican como un área distinta. Esta repartición cada vez mayor de diversas investigaciones entre gran cantidad de especialistas, es sin duda una de las características tan extraordinarias de la ciencia moderna y del siglo XXI, y que se ha traducido en tecnologías que impactan tremendamente a la sociedad actual. Lejanos quedaron aquellos tiempos en que un sabio era universal. Quizá Leonardo da Vinci fue uno de los últimos.

Pues bien, la ciencia en Morelos, que aquí denominamos *Ciencia Local*, ha dado varias aportaciones importantes al mundo. Un ejemplo destacado es el que se llevó a cabo por un grupo de investigación del Instituto de Biotecnología de la UNAM y fue publicado en la prestigiosa revista *Science*. No es una casualidad, ya que, como todos sabemos, hay una interconexión en los problemas científicos: ningún proyecto parte de cero. Los antecedentes de un trabajo de investigación en Morelos, bien pudieron ser el resultado de un proyecto que se realizó en China, EEUU o Francia, por ejemplo. En otras palabras, la *Ciencia Local* no es más que una expresión momentánea del quehacer científico mundial. Esto nos permite entender, como sucede con frecuencia, que una misma idea se le pueda ocurrir al mismo tiempo de manera independiente, a dos o más investigadores en distintos puntos del planeta, y llegue incluso a publicarse, si no simultáneamente, por lo menos en el mismo año.

En los 30 años que tiene de vida, la ciencia hecha en Morelos ha publicado diez mil trabajos, el 80 por ciento en revistas internacionales, y muchos de cuales tienen aplicación tecnológica. Los más de mil científicos que hoy habitan en Morelos, la mayoría miembros del Sistema Nacional de

Investigadores, trabajan en problemas de salud, farmacia, agricultura, energía y nuevos materiales; y laboran en cuarenta centros de investigación, algunos de los cuales forman parte de la UNAM o de la UAEM. Si bien la ciencia morelense destaca ya a nivel internacional, tanto por su cantidad como por su calidad, falta empatar este desarrollo científico con el desarrollo económico. Es menester que el trinomio gobierno, empresas y academia logren consolidar el círculo virtuoso que detone el desarrollo económico basado en el conocimiento. Hacemos votos para que Morelos se convierta en el ejemplo a seguir en el resto del país. También el desarrollo económico debe reflejarse en muchos aspectos de la vida diaria. Por ejemplo, en un reordenamiento de la numeración en las calles de Cuernavaca; el caos numérico cuesta tiempo y esfuerzo a los ciudadanos; o entonces ¿cómo encontrará un científico a su mecenas y viceversa?

Una parte de suma importancia del trabajo científico es su divulgación. Es el mejor antídoto para abatir la ignorancia, generadora de dogmas y vicios en la sociedad. La primera iniciativa de divulgación, provino de un grupo de mujeres morelenses dedicadas a la ciencia que fundaron la revista *Hypatia*, haciendo honor al nombre de la científica que vivió en Alejandría en el primer siglo de nuestra era. Este año (2011) la revista cumple su décimo aniversario, y su distribución alcanza a muy diversos sectores de la sociedad morelense. Sin duda, la divulgación de la ciencia ha sido una de las tareas más encomiables de la Academia de Ciencias de Morelos (ACMor). A través de diversos proyectos, como “La Ciencia desde Morelos para el Mundo” con el periódico *La Unión de Morelos*, el cual fue iniciado por la interesante circunstancia de que Galileo Galilei (...Martínez) tuvo un accidente que fue reportado por el periódico, lo que llamó la atención de un admirador de Galileo Galilei (... el italiano).

Otras actividades han incluido la organización de Encuentros, Estancias de Verano y un decidido apoyo a las Olimpiadas de las ciencias. La ACMor está contribuyendo a educar a nuestros jóvenes, a sus profesores, y a la sociedad en general, para generar una

cultura científica que inserte a Morelos en el siglo XXI con el pie derecho.

Gabriel Iturriaga de la Fuente

Cienciometría de Morelos: hacia un estudio de la ciencia morelense

Jesús Antonio del Río Portilla

Centro de Investigación en Energía, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2011-2012 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Karla G. Cedano Villavicencio

Unidad de Difusión y Extensión, UNAM Campus Morelos

Shirley Ainsworth

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

Al oír que en Morelos hay muchos científicos, la mayoría de la población se ha preguntado: y concretamente, ¿qué hacen los científicos?

Recientemente Raúl Arredondo escribió en estas páginas un artículo explicando el largo y laborioso camino para que el resultado de la investigación científica se publique en alguna revista especializada de circulación internacional (ver: http://www.acmor.org.mx/descargas/10_jul_12_publicacion.pdf). Así generalmente se dice que los científicos hacen *artículos* que contienen conocimiento nuevo y de posible aplicación en beneficio de la sociedad.

Por otro lado, en distintas pláticas con empresarios, organizaciones ambientalistas y sociales, autoridades gubernamentales de diferentes niveles (federal, estatal o municipal) y poderes (ejecutivo, legislativo y judicial), hemos escuchado la misma pregunta. Es clásico que al saber a qué nos dedicamos, “soy investigador/científico/académico de ...”, nos miren con un poco de recelo y un mucho de curiosidad, reflejando tácitamente esa inquietud: “y, ¿qué hacen los investigadores/científicos/académicos aquí en Morelos?”

Es necesario que todos los sectores de la sociedad: empresarios, gobierno, sociedad civil conozcan lo que se hace de investigación para conducir el beneficio

social de la ciencia. También es importante que conozcamos como ha evolucionado la ciencia en Morelos.

Con esta perspectiva analizamos los artículos que publican los investigadores morelenses (de los cuales actualmente hay alrededor de 800 miembros del Sistema Nacional de Investigadores) y obtuvimos los temas donde la ciencia desarrollada en el Estado tiene fortalezas, sin preguntar a nadie, sin hacer encuestas. El resultado podría ser utilizado para promover el desarrollo industrial basado en el conocimiento, ya que se conocerían los campos, áreas y tópicos de fortaleza en el Estado. Desde 1972 hasta 2009 se publicaron más de diez mil contribuciones con al menos un autor laborando en Morelos según la base de datos bibliográfica *Web of Science*. Es importante mencionar que entre 1972 y 1979 los registros son menos de diez. Esto indica que la ciencia morelense tiene menos de treinta años. De estas contribuciones más de ocho mil son artículos en revistas especializadas de circulación internacional, donde hay al menos una idea aplicable, dado que los científicos generalmente valoran más los artículos en revistas especializadas que las contribuciones en congreso. Veamos la evolución de los más de 8 mil artículos en revistas de circulación internacional.

En la FIGURA 1 se presentan el número de artículos publicados cada año para México y Morelos en el período 1979-2009 mostrando que el número de artículos ha crecido en los últimos 30 años. Esta gráfica es muy simple y no dice mucho. Sin embargo, la labor de un científico radica en encontrar aspectos sutiles en la información y describir estos aspectos. Así, un cambio de escala en la gráfica nos permite ver los detalles y profundizar en su interpretación.

En la FIGURA 2 se graficaron los mismos datos, solamente que ahora el eje “y” está en escala logarítmica. Ahora sí vemos diferencias y podemos analizar mejor los datos y podemos representar estos datos por líneas donde k es la pendiente que multiplica a los años (a). De hecho estas líneas son ajustes exponenciales al número de artículos publicados



Figura 1. Gráfica del número de artículos con dirección México y Morelos a lo largo del tiempo.

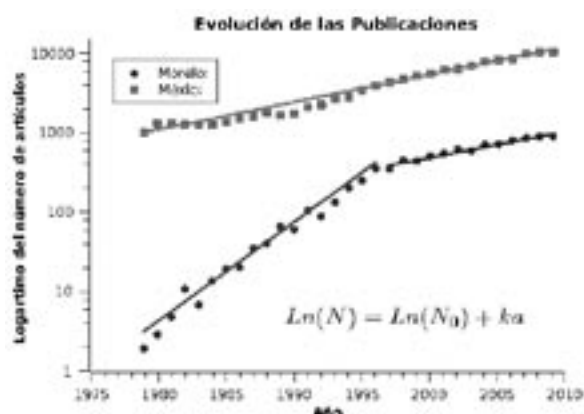


Figura 2. Logaritmo natural del número de artículos de los datos de la figura 1. Las líneas indican el ajuste exponencial. "N" indica el número de artículos, "N₀" un número inicial y "a" los años

por año. Claramente para el caso de Morelos vemos dos etapas de crecimiento: de 1979 hasta 1996 el número de artículos creció más rápido, vemos una pendiente ascendente y pronunciada representada por un valor de $k=0.2$, que en la segunda etapa después de 1996 a 2009, donde la pendiente se acerca más a la horizontal, pero aún está en aumento como lo refleja el valor de $k=0.08$. Sabemos que en el periodo 1975 a 1995, durante veinte años, instituciones federales (IIE, IMTA, INSP, DGIT-SEP, UNAM) conjuntamente con la UAEM fortalecieron el sistema científico del Estado. Sin embargo, dada la menor inclinación de la línea en el periodo 1996-2010 es claro que ya no existen acciones que impacten en el desarrollo de la ciencia morelense para que hubiera continuado con el crecimiento que presentó en su etapa de desarrollo. El esfuerzo anterior a 1996 nos colocó en el promedio de los parámetros *per cápita* de los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), aspecto importante y que muestra un potencial del estado de Morelos. Sin embargo, a pesar de contar con un sistema científico consolidado que produce al igual que cualquier otro sistema científico del primer mundo, en Morelos no tenemos el desarrollo económico equivalente, pues se requiere un impulso tanto del gobierno local como del sector empresarial para lograr dar el salto cualitativo que nos permita basar el desarrollo económico sustentable, en el conocimiento. Al regresar a la interpretación de la FIGURA 2, observamos que en la segunda etapa, el crecimiento en la producción morelense tiene la misma tasa que la producción de todo México, pues las rectas son paralelas, produciendo 10 % de la ciencia nacional, con sólo el 1.6 % de su población). Esta pendiente de producción (representada por valores similares de k) es semejante para España y Brasil durante el mismo periodo de años.

Aunque estas gráficas nos indican aspectos que no conocíamos en detalle, todavía queda la pregunta sin responder ¿qué hacen los científicos?

Para responder parcialmente podemos analizar las áreas en las que se publican las investigaciones de los científicos morelenses. En la TABLA 1 se presentan las áreas de investigación, de acuerdo a la clasificación del *Web of Science*, de los más de 8 mil artículos publicados en el periodo 1979-2009. Por supuesto que existen otras áreas, solamente hemos incluido aquellas con más de 200 artículos. En esta tabla vemos que hay áreas totalmente aplicadas y otras básicas, pero debemos recordar que la ciencia básica impacta más allá de donde pensamos. Esta frase se ha demostrado con estudios de minería de citas, herramienta que usaremos en otra ocasión para definir con mayor detalle qué hacen los científicos de Morelos. Por el momento, vemos que trabajan en problemas de salud pública, de biología molecular, microbiología, plantas y farmacia, todas estas áreas relacionadas entre sí. Mientras que las áreas de ciencias físicas y materiales son claramente otro de los tópicos relevantes.

La ciencia morelense tiene menos de 30 años, durante los primeros 15 años creció rápidamente, actualmente es un sistema científico consolidado con indicadores *per capita* equivalentes a los países que basan su desarrollo en el conocimiento. Consideramos que en la siguiente etapa el papel de la sociedad en su conjunto (organizaciones sociales, gobierno, empresarios, etc.) será de vital importancia para que los conocimientos científicos aplicables sean de utilidad para todos.

Tabla 1	
ÁREA	No. Artículos
Salud Pública, ambiental y ocupacional	755
Biología molecular y bioquímica	744
Microbiología	478
Microbiología aplicada y biotecnología	459
Ciencia de materiales	398
Ciencias de las plantas	390
Física	353
Física atómica, molecular	334
Física matemática	319
Farmacia y farmacología	283
Fisicoquímica	282
Combustibles y energía	279
Recursos hídricos	227
Física de materia condensada	210

Física y Minería de textos o ¿qué investigan los científicos en Morelos?

Jesús Antonio del Río Portilla

Centro de Investigación en Energía, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2011-2012 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Karla G. Cedano Villavicencio

Unidad de Difusión y Extensión, UNAM Campus Morelos

Shirley Ainsworth

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

No hay duda que **la** Internet ha cambiado muchos de nuestros hábitos de buscar información. Por ejemplo, en **la** actualidad basta tener alguna duda de cómo escribir una palabra para usar nuestro navegador y consultar el diccionario en línea de **la** Academia de **la** Lengua Española; hace algunos años lo normal era buscar en un diccionario esperando que fuera uno actualizado y que **la** palabra estuviera bien escrita o que no fuera muy rara para encontrarla. En cambio ahora con las búsquedas por aproximación lo primero ya no es imperioso y, con respecto a lo segundo, hasta tenemos **la** opción de buscar en **la** parte panhispánica de dudas del diccionario además de **la** historia lexicográfica.

En estos días es normal hacer una búsqueda y obtener miles de opciones y a veces quisiéramos tener **la** posibilidad de hacer un resumen o extraer los aspectos relevantes de toda esa información que nos brinda **la** Internet.

Un ejemplo de **la** avalancha de información que podemos recibir es **la** respuesta a **la** pregunta ¿Qué investigan los científicos en Morelos? Ya explicamos antes (http://www.acmor.org.mx/descargas/10_nov_08_cienciometría.pdf) que hemos encontrado más de diez mil artículos donde los científicos que laboran en Morelos han transmitido sus hallazgos. Claramente, para saber qué hacen, tendríamos que leer todos esos artículos. Aunado a esto, dado que

un artículo de investigación explica nuevos hechos o descripciones como producto del trabajo de personas altamente especializadas en alguna rama del conocimiento, entonces **la** tarea de entender estas nuevas aportaciones, es mucho más complicada para las personas ajenas a esa área.

Precisamente, el entendimiento de estas aportaciones es lo que posibilita **la** aplicación de **la** ciencia y **la** tecnología en los ámbitos económicos, sociales y ambientales para conseguir el bienestar.

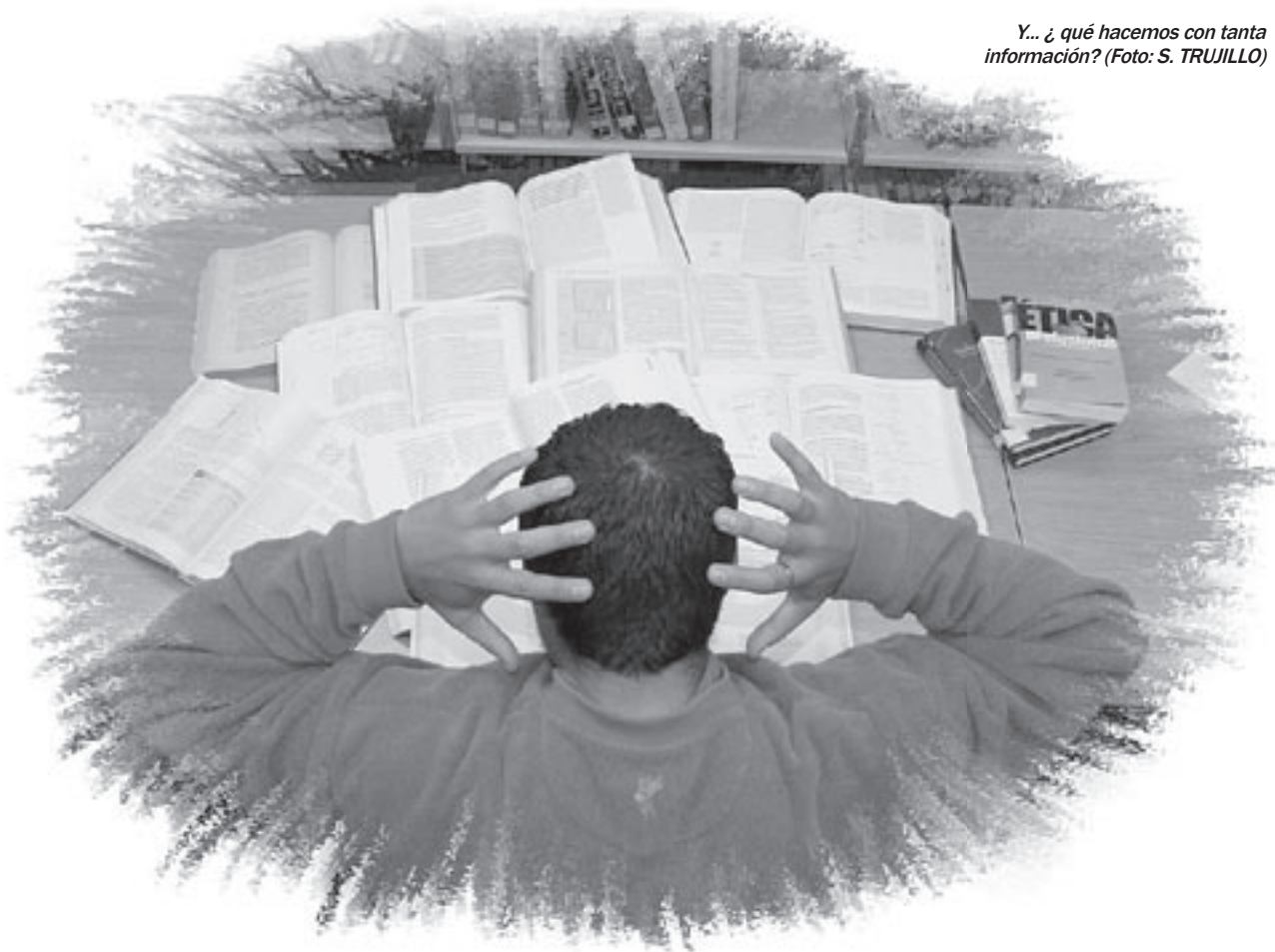
Ante esta situación es fácil caer en **la** tentación de aplicar encuestas o cuestionarios para determinar las líneas de investigación de las instituciones o de los científicos o tecnólogos. **La** investigación científica es cambiante, los científicos abordan diferentes problemas y están en una búsqueda constante de nuevas aportaciones. Las encuestas serían el retrato de un pasado y ni siquiera fiel, ya que frecuentemente el mismo investigador no ve algunas aplicaciones. Estas encuestas son equivalentes a solicitarle al científico un informe escrito de sus labores, es encargarle una tarea doble, el científico ya escribió y detalló sus hallazgos, están publicados, es más están en Internet, ¿por qué pedirselo nuevamente?

También en el artículo anterior (http://www.acmor.org.mx/descargas/10_nov_08_cienciometría.pdf) encontramos las 11 áreas de investigación más prolíficas de **la** mayoría de los artículos científicos,



Alacranes, películas delgadas, corrosión...: algunos de los temas de investigación de los científicos de Morelos. (Diseño de N. QUINTO)

Y... ¿qué hacemos con tanta información? (Foto: S. TRUJILLO)



donde por lo menos un autor tiene dirección institucional en Morelos. Es más, conocemos los títulos de las revistas con más de cien artículos: “Salud Pública de México”, “Ingeniería Hidráulica en México” (ambas publicadas en Morelos), además de “Physical Review E”, “Faseb Journal” y “Journal of Bacteriology”. Sin embargo, esta información no es lo suficientemente fina como para dársela a un empresario para que decida invertir en un nuevo negocio, o a un gobernante para que defina una política pública de largo alcance. Se requiere conocer con mayor detalle lo que hacen los científicos. Es decir necesitamos, al igual que en nuestra consulta en Internet, algo que nos ayude a encontrar lo esencial de toda esa información, para después, con mayor calma, escudriñarla y obtener lo que nos sea de mayor utilidad.

Con esta idea en mente hace algunos años empezamos a utilizar herramientas de **la** física estadística para encontrar aspectos relevantes del quehacer científico en el Estado de Morelos, entre otras aplicaciones. Sí lector, escribimos correctamente, física estadística. Esta rama de **la** física ha estudiado por muchos años sistemas compuestos por muchas partes, digamos muchas partículas, buscando obtener descripciones sencillas de un comportamiento global.

Por ejemplo, para describir un gas, no es necesario conocer el comportamiento de todas sus moléculas. En lugar de usar billones de billones de posiciones y velocidades de todas las moléculas en movimiento del gas, **la** ley de los gases ideales solamente contempla **la** presión, volumen y temperatura y con estas tres variables puede describir el estado del gas. Eso lo aprendimos desde **la** secundaria en **la** Ley de los gases ideales.

En este trabajo ilustramos **la** habilidad de **la** física estadística de abordar problemas complejos de una forma simple. En particular puede ser aplicada al análisis de **la** información y extraer frases relevantes de textos de una forma simple, es decir hacer *minería de textos*.

Uno de los conceptos que más utilizamos en **la** física estadística es **la** entropía, que está relacionada con aspectos de orden y desorden en el mundo microscópico o con los estados accesibles del sistema en el mundo macroscópico. Elliot Montroll (http://en.wikipedia.org/wiki/Elliott_Waters_Montroll) mostró, entre otras muchas cosas, que **la** entropía está relacionada a **la** varianza de las cantidades que caracterizan sistemas complejos, en particular, **la** varianza nos indica **la** certeza que se puede tener

sobre esas cantidades. **La** varianza es el cuadrado de **la** desviación típica o estándar (ver http://es.wikipedia.org/wiki/Desviacion_tipica#Interpretaci.C3.B3n_y_aplicaci.C3.B3n). En esta ocasión queremos analizar el orden o desorden de las palabras y para ello mediremos **la** varianza de **la** distancia entre **la** misma palabra. Esta distancia es el número de palabras entre palabras iguales. Si tuviéramos un texto ordenado tendríamos que las distancias entre una misma palabra serían iguales y **la** varianza sería cero.

Detengámonos un momento en esta parte, ahora consideremos un texto generado escogiendo aleatoriamente de un diccionario, es decir tomamos el diccionario, lo abrimos en alguna página y rápidamente seleccionamos una palabra; **la** ponemos en el texto; cerramos el diccionario y lo volvemos abrir en alguna otra página y nuevamente seleccionamos otra palabra que colocamos en el texto, así sucesivamente. Con este procedimiento tendríamos un texto completamente desordenado en sus palabras y las distancias entre las palabras tendrían varianzas del mismo tamaño que el promedio. De esta manera nuestro procedimiento para encontrar las palabras relevantes de los textos radica en calcular **la** varianza de las distancias entre **la** misma palabra y aquellas palabras cuyas varianzas no sean cero y que difieran mucho de su promedio son palabras relevantes.

En este texto hemos hecho un ejemplo, por eso habrás notado que hemos puesto una palabra subrayada y otra palabra en negrillas. **La** palabra en negrillas “**la**” tiene una varianza cercana a su promedio lo que quiere que decir es una palabra accesoria, un artículo definido, que es necesario para **la** forma del texto, no transmitir **la** idea y **la** vemos salpicada con desorden en este texto. En cambio **la** palabra “palabra” aparece colocada en algunos puntos claves, en lugares donde fue colocada intencionalmente es decir es una palabra relevante y su varianza es de 2.5 veces el valor de su distancia promedio indicando que no es una palabra colocada al azar ni en orden, sino que fue usada para explicar algo sustancial en este texto. Comentamos que otra palabra relevante en este texto es diccionario, le sugerimos al lector calcular **la** varianza normalizada de esta palabra. Esta metodología nos permite encontrar las palabras o frases relevantes de textos y obtener

información ‘*escondida*’ en un mar de información sin necesidad de leerla y sin necesidad de ser especialista en el tema. En particular eso hicimos con los más de diez mil artículos de investigación de Morelos.

Durante varios años y en colaboración con Héctor Cortés y Jane Russell, colegas de **la** UNAM, hemos detectado algunas decenas de frases relevantes en los resúmenes de estos artículos. Algunas de estas frases relevantes son: *etli* (palabra ligada con un tipo de bacteria relacionada con el frijol), *CdS* y *CdTe thin films* (películas delgadas semiconductoras), *female commercial sex workers* (sexoservidoras), *Centruroides* (alacranes), *mean blood lead levels* (niveles medios de plomo en **la** sangre), *asthma* (asma), corrosión, toxinas. Claramente estas frases detallan con mayor precisión el espectro de las investigaciones en Morelos. De estas podemos inferir que los investigadores en Morelos abordan problemas sobre el campo como el frijol; películas delgadas semiconductoras para dispositivos fotovoltaicos; antidotos para piquetes de alacranes; problemas sociales íntimamente ligados con **la** salud; contaminación de plomo en los humanos; entre otros muchos tópicos de relevancia social y económica que interesan no solamente al estado sino al país. Es más, sabemos que el desarrollo del antiveneno de alacrán es uno de los logros de innovación basada en ciencia de Morelos. También se sabe que se tiene una compañía exitosa que protege las estructuras metálicas contra **la** corrosión. Estos son dos ejemplos de que las palabras detectadas pueden indicar con mayor precisión los nichos de innovación.

La información anterior es un ejemplo de lo que se puede obtener con **la** minería de textos sin necesidad de leer los textos. Los resultados anteriores se obtuvieron en minutos al aplicar **la** física estadística y una herramienta computacional que implementa los algoritmos.

En resumen, **la** ciencia básica tiene repercusiones más allá de donde imaginamos y requiere que **la** sociedad, a través de su gobierno, apoye su desarrollo.

Agradecimiento: Queremos agradecer al Ing. Héctor Cortés por **la** implementación del algoritmo de minería en un código amigable.

Ocho años de *Hypatia*: divulgando la ciencia y la tecnología en Morelos

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

En una ceremonia llevada a cabo en el Museo de Ciencias de Morelos el pasado 12 de Agosto de 2009, se celebró la publicación ininterrumpida durante ocho años, de la revista *Hypatia* que publica el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos.

Una buena forma de celebrar esta buena noticia, sobre todo cuando ellas no abundan hoy en día, es citando textualmente parte del Editorial publicado en el número 1 de esta revista, publicada el 29 de Mayo de 2001:

"Hypatia es el primer informe que se tiene de una mujer que dedicó su vida a la humanidad contribuyendo a la ciencia y la filosofía. Asimismo, Hypatia es la primera referencia que se tiene de una revista morenense de ciencia y tecnología"

Muy probablemente en Morelos un considerable número de personas conozca la revista *Hypatia*. Sin embargo, ya que seguramente muy pocos lectores tuvieron el privilegio de conocer el primer número, no sepan que *Hypatia* vivió en Alejandría, Egipto,

alrededor del año 370 D.C. y que se dedicó a la astronomía y a las matemáticas. La vida de Hypatia estuvo siempre definida por su gran pasión por el conocimiento. Y justamente, un trio dinámico y visionario de mujeres, a las que caracteriza la pasión por la difusión del conocimiento, idearon y crearon esta revista. Consuelo Valverde, quien en 2001 fungía como Coordinadora General de Modernización y Desarrollo Científico-Tecnológico del Gobierno del Estado, lideró el equipo en el que se encontraban Karla Cedano y Patricia Pérez Sabino. Karla Cedano participó hasta diciembre de 2004 y Consuelo Valverde hasta diciembre de 2005. Patricia Pérez ha sido la Editora de la revista desde su fundación.

Revisar las páginas de *Hypatia* es, como bien dice su Editora en una de ellas "...darle a la gente de Morelos la oportunidad de enterarse de las actividades, trabajos y logros de los hombres y mujeres de ciencia, de los Centros de Investigación, de los proyectos que encabezan nuestros científicos...". Resalto la palabra NUESTROS, un posesivo de la sociedad que honra enormemente a los científicos. *Hypatia* ha contribuido sin duda a que los científicos de nuestro Estado sean tan conocidos -y confío en que también apreciados- en Morelos como lo son en la comunidad científica internacional. No es noticia que en Morelos hay muchos y sobre todo muy buenos científicos. Lo que hizo noticia *Hypatia* es que amplios sectores de la población y del gobierno lo supieran y se percataran de que la ciencia hecha en Morelos, que a veces parece lejana y en ocasiones se dice que "no termina sirviendo para nada" porque no toda ella es aplicada y "aterrizada" y "sólo" publica artículos, es capaz, por ejemplo -pero después de muchos artículos- de desarrollar los mejores antivenenos de alacrán del mundo. En *Hypatia* hemos visto en varios artículos que una de las principales utilidades de la ciencia es justamente el desarrollo del pensamiento riguroso y crítico, cuya manifestación última es la publicación científica especializada. La publicación es simplemente la forma de divulgar, con el mayor rigor y calidad posible, el conocimiento, el cual, a diferencia de los otros factores de la producción como el capital, el trabajo y la tierra, no tiene límites y ha probado, en países que la han apoyado en serio, que ha elevado los niveles de vida y la equidad de sus poblaciones.

En *Hypatia* hemos disfrutado la numerialia de lo a veces insólito en ciencia en su sección "Miles y miles





de millones”, que creó en honor de un título de un libro del gran divulgador Carl Sagan. Otra sección ha contribuido a desenmascarar los mitos alrededor de los hechos científicos que se ha titulado como “Es verdad que...?”. Estas secciones nos muestran las muy diversas e interesantes aristas de la ciencia. Leer una colección de Hypatia, en particular la sección “Morelos en la ciencia y tecnología” es una buena forma de percatarse de que la sociedad civil es cada vez una protagonista más importante en la ciencia y tecnología en Morelos: escuelas que organizan ferias y congresos de ciencias, estudiantes que ganan medallas a nivel nacional e internacional en las olimpiadas de las ciencias, maestros que se preparan en las metodologías de las ciencias, algunos empresarios que apoyan proyectos de divulgación científica, científicos que consiguen recursos para Morelos por 60 millones de pesos en un año, organizaciones gremiales de científicos, ingenieros y tecnólogos con sustancial actividad y... un muy largo “etcétera”.

Para reconocer al equipo de Hypatia, citaré textualmente a su Editora en el número de finales del 2006:

“...durante más de dos años, 3 personas conformábamos el equipo..., Elena García que la diseñaba y Catalina Centeno que altruistamente corregía el estilo. A partir del número 9, comencé a trabajar con jóvenes entusiastas de servicio social, quienes ahora son colaboradores oficiales de Hypatia, Claudia Trujillo, Yair Rodríguez y Gustavo Andrew. También colaboró Daniel Olivares como diseñador editorial.”

Patricia Pérez Sabino, desde luego, hacía todo lo demás, incluyendo nada menos que el contenido. Más recientemente se han subido a la “tripulación-Hypatia” muchos más colaboradores, a quienes no mencionaré por el riesgo de omitir a alguno, pero que merecen, como los mencionados anteriormente, todo nuestro reconocimiento.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 24 de agosto de 2009, p. 34-35 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/09_ago_24_hypatia.pdf

Hypatia, que es una revista cuatrimestral de divulgación científica inició con un tiraje de 3,000 ejemplares. Hoy en día, el tiraje es de 12,000 y se publica, además de la versión en papel, la versión electrónica en internet (www.hypatia.morelos.gob.mx) que acumula hasta cerca de 40,000 consultas mensuales. Enhorabuena !

Una empresa como *Hypatia*, que cumple este año su octavo aniversario, no puede hacerse de otra manera que como lo han hecho los que la hacen: con una enorme pasión y compromiso. La sociedad tiene mucho que agradecerle a *Hypatia* y a quienes la hacen posible.

En el editorial del número 1 de Hypatia se escribió algo con particular vigencia hoy en día:

“En cierta manera, la ciencia es como la democracia, ambas están lejos de ser instrumentos perfectos, pero actualmente son lo mejor que tenemos”

En el del número 22, la Editora Pérez Sabino escribió:

“Necesitamos crear simbiosis entre el sector productivo, el científico, el educativo y los gobiernos: juntos contribuimos a construir y desarrollar las habilidades científicas y técnicas en la población. ¿Por qué esperar más ?

Tiene razón la Editora Pérez Sabino. No hay ninguna razón para esperar más y menos en tiempos de crisis. Ojalá y nuestro Estado pueda cada vez más llamarse a sí mismo y, en forma genuina, como lo indicaba el lema que aparecía en los primeros números de *Hypatia* y que decía, justo arriba del título de la revista: “Orgullo científico y esplendor tecnológico”.



Las calles y números de Cuernavaca

Kurt Bernardo Wolf

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

El nombre más querido por los cuernavacenses es, por mucho, Emiliano Zapata [1]. En el área metropolitana, que incluye parte de los municipios de Cuernavaca, Temixco y Jiutepec, hay 103 vías y 4 colonias Zapata dedicadas a su memoria, de acuerdo a la última edición de la Guía Roji, entre avenidas, calles, retornos, callejones, glorietas, privadas y prolongaciones. Esto supera con creces las 79 Morelos, 67 Hidalgos, 38 Allendes (incluidas 13 de Ignacio, 2 de Salvador y 23 sin especificar), 19 Aldamas, y 13 Abasolos. Entre los héroes nacionales cuya vida terminó pacíficamente aparecen 80 Juárez y 44 Lázaro Cárdenas. Reflejando nuestro clima y vegetación, uno ve también varias decenas de calles con nombres de álamos, amates, azucenas, bugambilias, cedros, encinos, fresnos, gardenias, geranios, girasoles, gladiolas, jacarandas, jazmines, laureles, limones, lirios, llamaradas, magnolias, margaritas, nardos, orquídeas, palma, palmas y palmeras, pinos, robles, rosas, tabachines y violetas.

Se podría pensar que esta proliferación de calles homónimas denota falta de imaginación de quienes asignan la nomenclatura (por ejemplo, hay 14 altas tensiones), pero dado que autoridades, fraccionadores, comunidades, vecinos e individuos toman indistintamente la iniciativa, poner nombres es una actividad tan estocástica como colocar topes en las calles o *grafitti* en las paredes. También podemos verla como registro de psicología profunda; así, hay 8 Júpiteres, 7 Neptunos, 3 Jesuses, y 14 Lauro Ortigas. Entre los resultados de esta situación están: recibir cartas a nombre de desconocidos cuando los remitentes no especifican colonia y/o zona postal, que los taxis con visitantes a menudo den varias vueltas antes de acertar su destino y, dado que muchas vías cambian de nombre sin aviso alguno, o se interrumpen y luego continúan después de un par de cuadras, se pierden incontables horas-familia en busca de parientes. En parte esta “hiperhomonimia” es comprensible porque la mancha urbana ha englobado varios pueblos otrora aislados, y porque los fraccionadores de nuevas colonias y colonos de nuevos asentamientos no tienen autoridad que les guíe.

Sin embargo, lo más grave es la numeración de los predios, porque esto también generalmente se delega a la iniciativa privada, y su mercado libre conduce al caos. Éste es un problema no solamente para los repartidores de pizzas, sino que afecta en cierta medida a todos los servicios de la ciudad: clientes que buscan un proveedor, proveedores que buscan un cliente, pacientes que buscan un consultorio, doctores que buscan un paciente, servicios médicos que acuden a

una emergencia demasiado tarde, turistas que buscan y no encuentran el hotel donde reservaron cuarto, científicos visitantes que terminan perdidos en el espacio-tiempo, operativos policiacos que creen rodear el domicilio de un delincuente y asaltan a una familia que no sabe nada del asunto, y tantas otras confusiones cómicas y trágicas que hemos sufrido todos en una u otra medida.

Tratando de ser sistemático, fui a consultar a un amigo, el Dr. David Romero, del Instituto de Matemáticas de la UNAM y especialista en teoría de grafos. ¿Existe un método único para numerar puntos sobre líneas entre nodos de una malla a partir de un “kilómetro cero” (km0) definido, verbigracia, por la oficina central de correos? Rápidamente me hizo ver que toda calle uno de cuyos extremos esté más cerca del km0 que el otro tiene asociado un ordenamiento



Figura 1. Croquis de la Ciudad de Cuernavaca con vías principales. La línea gruesa engloba las zonas que cubrió el Programa de Renumeración de Predios durante los dos años cuando operó bajo la alcaldía de Alfonso Sandoval Camuñas. Cortesía del Lic. Roberto Tamariz Vallejo. Se agradece el apoyo técnico del Quím. Guillermo Kröttsch Gómez para la composición de esta figura.



Ejemplo: casas contiguas con números dispares.

natural, como función creciente de su distancia. Si los dos extremos están exactamente a la misma distancia del km0, en el plano se puede adoptar uno de tres criterios: o se numeran los puntos en el sentido de las manecillas del reloj, o en el sentido contrario a él, o se recurre una dirección externa (de norte a sur por ejemplo y, en caso de coincidir los extremos, se aplica uno de los dos criterios anteriores). La elección de aceras con números nones y pares se deja como ejercicio al lector. Si la malla es de tres dimensiones hay más posibilidades que sólo son relevantes para comunidades trogloditas como las que habitaron Ürgüb en Turquía, o en los búnkeres subterráneos del Pentágono; para estos casos se puede recurrir adicionalmente a un ordenamiento externo definido por la dirección de la gravedad. En cuatro o más dimensiones se requiere de otros ordenamientos, pero éstos son en realidad irrelevantes para el problema de las calles de Cuernavaca.

Resuelto el problema teórico, recurrí a otro amigo de muchos años, el Lic. Roberto Tamariz, quien estuvo a cargo del Programa de Renumeración de Predios durante la gestión del alcalde Alfonso Sandoval Camuñas, quien durante dos años logró la

reordenación del tercio sur-oriente de nuestra ciudad, el cual se muestra en la figura 1.

Este amigo me ilustró sobre los aspectos prácticos que escaparían de la atención de un físico matemático ingenuo como yo. Porque no basta pintar números nuevos sobre las paredes e indicar el número “antes” con una flecha; hay que dar aviso —mediante documentos oficiales— de los cambios de número al Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca, a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, al Instituto Federal Electoral, a la Secretaría de Hacienda del Estado, al Registro Público de la Propiedad, a todos los bancos del Estado y a todas las notarías del municipio para que, conforme los dueños de los predios vayan requiriendo de trámites, todos ellos tengan acceso a los segmentos de un Plano Rector que se debe ir actualizando conforme avanza el trabajo de las cuadrillas. Además, a menudo se presentan problemas prácticos para balancear los números nones y pares, pues hay predios chicos y grandes, que requieren dejar números disponibles y/o letras agregadas al número de una vecindad cuyos moradores hayan subdividido el frente con múltiples puertas. Ciertamente este trabajo no puede realizarse

cómodamente detrás de un escritorio ejecutivo; hay que trabajar arremangado y con las pilas puestas.

El reordenamiento de la ciudad no continuó con el siguiente alcalde. Uno de los impedimentos a la coherencia de los programas de gobierno –me han comentado colegas enterados– es que muchos de éstos parten de cero cada tres años; los funcionarios nuevos colocan a sus amigos y compadres en puestos a menudo fuera de su competencia profesional, en dependencias cuyos proyectos antecedentes desconocen y relegan. Pero los problemas se vuelven más costosos mientras más se dejen al garete, se oculten, o se resuelvan mal. Recomendando ampliamente leer el libro más reciente de Sara Sefchovich [2], terrible por impolítico, para entender las causas más profundas de los proyectos fallidos de nuestra sociedad.

La numeración única y ordenada de predios es uno entre muchos requerimientos básicos para la eficiencia de la comunicación en una ciudad que pretende ser Capital del Conocimiento, meca de médicos especialistas, de empresas de tecnología avanzada, lugar privilegiado de descanso de la élite defeña, con hoteles, clubes deportivos y casas de reposo para adultos mayores. Ante parientes y colegas visitantes he tenido que justificar la facilidad de extravío en Cuernavaca como una expresión folklórica más de nuestro modo de ser.

Nadie pretende que en Cuernavaca tengamos la infraestructura de ciudades como Londres, París, o la Ciudad de México, pero la racionalización de nuestra urbe es claramente necesaria si queremos acercarnos a esos modelos en vez de alejarnos de ellos. Recordamos a Christopher Wren por diseñar la excelsa catedral anglicana de Saint Paul y a Georges-Eugène Haussmann por trazar los magníficos bulevares de la Ciudad Luz; pero ¿vamos a asignar el cambio de circulación con vuelta inglesa en las glorietas de Zapata, Tlaltenango y La Paloma [3] a Stan Laurel y Oliver Hardy? El Hyde Park y el Bois de Boulogne

son remansos famosos de belleza y oxígeno en aquellas urbes, mientras que en la nuestra las áreas verdes del parque Melchor Ocampo y del Casino de la Selva se encajonan entre tienditas miserables y estacionamientos, o desaparecen por completo. Hemos sido testigos de cómo se ha empobrecido Avenida Universidad, donde se esfumaron dos trocitos de parque; uno ocupado por una tienda de materiales de construcción y otro obliterado por una vecindad.

Hace tres años, el Dr. Eduardo Ramos, del Centro de Investigación en Energía de la UNAM en Temixco propuso, como miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, el programa “Ciudad de Cuernavaca”, con la misión de promover las posibles alternativas de solución a problemas de Cuernavaca, aprendiendo de las soluciones inteligentes que se han propuesto en otras ciudades del mundo. Hace poco, antes del cambio de Titular, el Ayuntamiento de Cuernavaca firmó con la Academia de Ciencias de Morelos un convenio que podría ser la base para tales proyectos. En mi opinión, puede ser necesaria –pero no es suficiente– una sonrisa amplia bajo un elegante bigote para aspirar un cargo ejecutivo de elección popular. Mucho más importante sería tener la disposición para reunir un buen equipo de profesionistas honestos con especialidad en el ámbito que les corresponda dirigir, y la humildad para asesorarse con instituciones científicas cuando sea menester. Un buen proyecto para racionalizar la numeración de las calles de Cuernavaca podría ser un botón de muestra sobre la existencia de tales habilidades.

NOTAS:

[1] John Womack Jr., “Zapata y la Revolución Mexicana” (Siglo XXI, México D.F., 20a Edición, 2006).

[2] Sara Sefchovich, “País de Mentiras: La Distancia entre el Discurso y la Realidad Mexicana” (Editorial Océano, México D.F., 2008).

[3] Luis Mochán, “Ciencia, Juego y Tráfico” *La Unión de Morelos* 15/12/08, p. 36. Puede consultarse en la página 115 de este volumen y en: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_dic_15_trafico.pdf.

Científicos de Morelos en acción

Enrique Galindo Fentanes
José Recamier Angelini
Guillermo Gosset Lagarda
Jorge Uruchurtu Chavarrín
Jaime Arau Roffiel

Mesa Directiva 2007-2008, Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

El pasado 24 de Noviembre (2008), en un Teatro Ocampo casi lleno, se llevó a cabo el cambio de Mesa Directiva de la Academia de Ciencias de Morelos (ACMor). El principal objetivo de la Academia es crear un foro de alta calidad para la ciencia en el estado de Morelos y promover que las actividades científicas alcancen a todos los sectores de la sociedad morelense.

Comentaremos brevemente algunos de los logros y sobre todo los retos más importantes que enfrentamos durante nuestra gestión durante los pasados dos años. Queremos reflexionar sobre lo que implica la ciencia en la sociedad de Morelos y el potencial que tiene para transformarla con el fin de lograr el mayor bienestar y calidad de vida de los morelenses.

Fue muy gratificante descubrir la vocación de servicio que tienen los miembros de la Academia y

en general la mayoría de la comunidad científica. La imagen del científico que lo presenta como solitario, aislado y sin vincularse con su entorno es evidente que no es más que un estereotipo. En Morelos hay cerca de 800 científicos del Sistema Nacional de Investigadores que han demostrado un claro compromiso para su comunidad. Hay que decir que quienes nos dedicamos a la investigación, además de hacerlo profesionalmente, no podemos resistir compartir la belleza de la ciencia con el público y en especial con los estudiantes.

Los miembros de la ACMor se involucraron en varios programas de servicio a su comunidad. Por ejemplo, organizaron visitas de los Diputados de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso local a los principales centros de investigación del estado. Los que asistieron a estas visitas se percataron de



que las instalaciones de investigación que existen en Morelos son de clase mundial y fueron testigos de la fuerza del capital humano de la investigación en nuestro estado. Ojalá que todos los morelenses estuvieran orgullosos de esto.

Algunos miembros de la Academia han asistido a escuelas preparatorias del estado para organizar “Coloquios” en los que grupos de estudiantes interaccionan con investigadores. La experiencia fue muy enriquecedora, no sólo para los estudiantes sino también para los investigadores que conocieron estudiantes brillantes que hicieron preguntas retadoras. La Academia, con el apoyo de sus miembros e instituciones educativas organizó “Encuentros Científicos” en Cuernavaca, Cuautla y Zacatepec, en donde investigadores, al lado de jóvenes estudiantes morelenses que han destacado en las olimpiadas de las ciencias, compartieron sus experiencias en auditorios llenos de público interesado.

Otras de las actividades que desarrollan los miembros de la ACMor han incluido las estancias de verano para estudiantes morelenses en centros de investigación del estado. Varios jóvenes han podido conocer de cerca la ciencia y quienes la hacen. La juventud morelense ha destacado en las olimpiadas de las ciencias. Han logrado medallas de oro, plata y bronce a nivel nacional e internacional. La Academia le ha dado visibilidad a estos importantes logros y ha conseguido recursos para su promoción. Por otra parte, arrancamos un ambicioso proyecto que tiene como objetivo la detección y el apoyo de niños talentosos

para la ciencia desde el nivel básico y se consiguieron recursos para desarrollar este programa en Morelos. Se transmitieron entrevistas en los noticieros del Instituto Mexicano de la Radio y grupos de miembros de la Academia han promovido actividades en temas de vinculación industrial y sobre el cambio climático.

El conocimiento, principal fruto de la investigación, es universal y la forma de difundirlo es a través de publicaciones científicas. Los investigadores morelenses publican en revistas de alto impacto y de clase mundial. La ciencia, aplicada o no, siempre contribuye a la cultura. El reto, para hacer de Morelos un estado de clase mundial es que los otros sectores de la sociedad que tienen que ver con el desarrollo económico, educativo, político y social, también sean de clase mundial.

Para hacer investigación y luego publicarla, patentarla o usarla en la industria, los investigadores tienen que conseguir recursos económicos. En eso también han dado muestras de solidaridad con la comunidad. Por ejemplo, los científicos de Morelos consiguieron del CONACyT en su convocatoria de este año de ciencia básica, un total de cerca de 60 millones de pesos para el desarrollo de sus proyectos. Este monto es cerca de dos veces lo que aportó el Gobierno Estatal al Fondo Mixto CONACyT-Gobierno del Estado de Morelos. Sin duda, debemos ser más convincentes tanto con el Ejecutivo como con el Legislativo estatal para incrementar la inversión local en ciencia y tecnología.



Aquí, la tradición científica existe desde que los antiguos astrónomos decidieron reunirse en Xochicalco y dejarnos una maravillosa constancia en sus construcciones. Si Morelos fuera un país, sus indicadores científicos son los equivalentes al promedio de los países de la OCDE. Entonces, ¿cómo se concibe que su población estudiantil de 15 años haya obtenido el último lugar en una prueba internacional que midió sus habilidades científicas?, ¿Cómo ser más convincentes con los diferentes sectores de la sociedad y el gobierno de Morelos sobre lo que puede ofrecer la ciencia que se hace con excelencia en Morelos?, ¿Cómo entusiasmar a una comunidad científica sólida para que participe más activamente en acciones en su comunidad, sin descuidar sus actividades fundamentales?

Estos dos años nos permitieron ampliar el círculo de acción y de influencia de la Academia, que no

es otra cosa que la suma de las voluntades de los científicos de Morelos. Al ampliarlo, nos dimos cuenta de que el círculo y las acciones posibles son enormes. Convencimos y entusiasmos a algunos sectores, pero descubrimos que hay muchos más que podrían beneficiarse de la ciencia y de la tecnología en sus actividades cotidianas. Existe la concepción errónea de que la ciencia sólo tiene que ver con el mundo académico. No hay nada más alejado de la realidad. La ciencia tiene que ver con la seguridad, la democracia, la economía, la equidad; es parte indispensable de la cultura y desde luego esta íntimamente involucrada con los aspectos básicos de la actividad humana: la comida, salud y vivienda. La ciencia, como aliada de la política, ha demostrado su efectividad en los países que han revolucionado sus economías y que por lo tanto han elevado el nivel de vida de la población.

Ciencia cercana al ciudadano, a los maestros y a los estudiantes

Enrique Galindo Fentanes
José Recamier Angelini
Guillermo Gosset Lagarda
Jorge Uruchurtu Chavarrín
Jaime Arau Roffiel

Mesa Directiva 2007-2008, Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Pensar científicamente no debe ser exclusivo de los hombres de ciencia. Los ciudadanos deben tener una cultura científica mínima, que en la SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO en la que vivimos, es tan básica como leer y escribir. La Academia de Ciencias de Morelos (ACMor) tiene diversos programas encaminados al fortalecimiento de las habilidades científicas en estudiantes y profesores de todos los niveles y en el público en general. Una particularmente relevante es el Diplomado “Pensamiento Científico en el Aula”, que se ha desarrollado con el apoyo parcial del IEBEM* y de instituciones de educación media del estado. Es un programa ofrecido a profesores de secundaria y preparatoria en el que, durante 32

sábados, los profesores interactúan con investigadores y elaboran un proyecto de investigación junto con sus estudiantes. En los cinco años que lleva este programa en Morelos se han entrenado aproximadamente a 500 profesores, lo que implica un impacto estimado en 100,000 estudiantes. Nos enorgullese mucho decir que estos alumnos han ganado primeros lugares en congresos estudiantiles de ciencia a nivel regional. Si lográramos tener este tipo de profesores, en más escuelas de Morelos, nos atreveríamos a decir que nuestro estado no tendría mucho más de qué preocuparse. La educación es la vacuna contra la ignorancia, que genera pobreza, que a su vez genera ignorancia y que de este círculo tremendamente



* El Programa se suspendió a partir del 2010, por falta de apoyo del IEBEM.

vicioso, es bien sabido que se genera delincuencia, corrupción y otros males de nuestra Sociedad.

La ciencia, para el público, muchas veces parece lejana e inaccesible. En general, los medios masivos de comunicación no abundan en noticias de ciencia. La ACMor ha sido privilegiada al contar con un interlocutor que ha mostrado gran entusiasmo por las actividades de nuestra organización. Con el periódico “La Unión de Morelos” iniciamos un ambicioso proyecto que denominamos “La Ciencia, desde Morelos para el Mundo”. Consiste en la publicación de artículos para todo público escritos por los miembros de la Academia. Desde el inicio del proyecto en Julio de 2007 se han publicado sin falta, todos los lunes, contribuciones de nuestros miembros en este destacado y generoso periódico de Morelos. Todas las contribuciones pueden ser consultadas en nuestra página de internet. Los lectores han dado muestras claras de su interés por estas contribuciones y sabemos que los artículos se usan como material de lectura en las escuelas. La experiencia ha sido muy gratificante también para los miembros de la Academia, quienes ahora son conocidos no sólo a nivel internacional y únicamente por especialistas, sino que ahora su trabajo es conocido en su colonia, su condominio, en la escuela de sus hijos, en fin, por quienes leen el periódico. Esperamos así haber contribuido a romper el mito de que los científicos viven en torres de marfil, alejados de la comunidad.

Es muy grato ver que los periódicos de mayor circulación en el estado, incluyen con más frecuencia noticias de ciencia. Confiamos en que el entusiasmo y confianza que los periódicos de Morelos han depositado a la ciencia, se contagie a los funcionarios de gobierno, a los empresarios, a los maestros y a otras organizaciones civiles.

En Morelos hay considerable experiencia de investigación a nivel de secundaria y preparatoria. Sin embargo, no existía una base de datos de fácil acceso de proyectos llevados a cabo por estudiantes. Por ello se estableció una “Biblioteca en línea”, de muy fácil acceso por Internet, en donde ahora es posible consultar una considerable cantidad de resúmenes de proyectos de investigación elaborados por estudiantes.

Dada su facilidad de uso y tremenda capacidad de acceder datos, el internet se ha constituido en la fuente casi absoluta de información para los estudiantes. Sin embargo, la información científica que se puede obtener de esa fuente (que no tiene ningún arbitraje o filtro de calidad) puede ser inexacta, imprecisa o de plano falsa. La ACMor puso su grano de arena y hace poco más de un año inauguró su página de internet. En ella hay información de nuestros miembros y sus aportaciones, así como de los programas y actividades en operación. También se incluyen noticias sobre eventos importantes que ocurren en nuestro estado en materia de ciencia y tecnología. El éxito de la página nos ha sorprendido gratamente: durante su primer año, recibimos cerca de 15,000 visitas. Es interesante que las secciones más consultadas son la “Biblioteca en línea” (de los proyectos elaborados por estudiantes) y las contribuciones en “La Unión de Morelos”. Nuestra página tiene un alto nivel de impacto (medido por el índice establecido por “Google”) que supera al de páginas web de instituciones de investigación y/o educativas de Morelos que tienen mucho más tiempo en la red. Esto sugiere que la ciencia, en particular la que se hace y difunde en Morelos, tiene un impacto cada vez mayor. Invitamos a los lectores a que visiten la página (www.acmor.org.mx) y comprueben que hay material de interés para todos.

El pasado 24 de Noviembre de 2008, en un Teatro Ocampo casi lleno, se llevó a cabo el cambio de Mesa Directiva de la Academia de Ciencias de Morelos y se presentó el video “Morelos: los caminos del conocimiento” el cual en breve podrán disfrutar en nuestra página web. Con este acto se cierra nuestra gestión al frente de la única Academia de Ciencias en provincia que existe en nuestro país. Ha sido un alto honor y un enorme placer el haber presidido la Academia durante los últimos dos años. Queremos agradecer desde luego a los miembros de la ACMor por la confianza depositada en nosotros y a todos aquellos que apoyaron –como “La Unión de Morelos”– a difundir las bondades y potencial de la ciencia en la solución de problemas de nuestra sociedad



El video “Morelos: los caminos del conocimiento” esta disponible en DVD y una versión corta puede verse en: <http://www.youtube.com/watch?v=2WG6878229A>

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 29 de diciembre de 2008, p. 36-37 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_dic_29_ciencia.pdf

Morelos: cantera científica, el papel del Instituto de Biotecnología de la UNAM

Jalil Saab

Jefe de la Unidad de Docencia, Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

Jean Louis Charli

Coordinador del Posgrado en Ciencias Bioquímicas, Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Uno de los grandes norteamericanos, Thomas Jefferson, aseguraba que “el costo de la educación es trivial comparado con el costo de la ignorancia”. En los países postindustriales el 52% de los nuevos puestos de trabajo exigen al menos algún tipo de formación universitaria. En México, según datos de la UNESCO, hay 226 científicos o ingenieros por cada millón de habitantes; en Canadá y E.U.A. 2,322 y 3,873, respectivamente. En investigación y desarrollo se destina en nuestro país entre el 0.2% y el 0.4% del PIB (según nos pegue la crisis o el funcionario en turno), mientras nuestros socios del TLCAN invierten el 1.6 y 2.9% (la UNESCO recomienda el 1.5% como mínimo).

Pese a este desolador panorama nacional en el Estado de Morelos sucede, afortunadamente, algo curioso: su infraestructura científica no concuerda con sus índices demográficos. Detallemos lo anterior:

Morelos, de acuerdo con datos del INEGI, tiene 1.7 millones de habitantes que representan el 1.6% de la población total del país. Sin embargo, radican y trabajan aquí el 6% de los científicos y técnicos registrados en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT. Este porcentaje es superior al de estados como Puebla (5%), Jalisco (4%), Guanajuato (3%) o Veracruz y Nuevo León juntos. El Estado de México con 12 millones de habitantes tiene, aproximadamente, el mismo número de investigadores que Morelos. Desde luego, siendo nuestro país centralista (o pseudofederalista), sólo el D.F. nos supera con el 53% de los científicos e investigadores nacionales.

El sociólogo Paul Kennedy, en su libro “Hacia el siglo XXI” (Plaza & Janes Editores S.A. 1993), dice que “...la existencia de grandes masas de personas es mas útil desde el punto de vista económico cuando



Las instalaciones del Instituto de Biotecnología de la UNAM en Cuernavaca, Morelos.



una sociedad proporciona una educación de calidad, fomenta la experimentación y el espíritu de empresa y posee numerosos obreros calificados, ingenieros, científicos, tecnólogos y diseñadores”. Sin importar cual sea el modelo de desarrollo que se siga en el futuro la educación, o su ausencia, seguirá siendo detonador de bienestar o pauperización, dignidad o sumisión.

Nuestro Estado cuenta con importantes centros e institutos de alto nivel como el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México que se ha comprometido en la formación de recursos humanos del más alto nivel y, en su Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Bioquímicas, recién graduó (inicios del 2008) a su Maestro en Ciencias número 200. Esta maestría dio inicio en 1997 por lo que el promedio de graduados es de 18 al año. De ellos, con la información que se cuenta, sabemos que el 51% siguieron estudios de doctorado, tanto en México como en el extranjero, y el 17% se incorporaron al mundo laboral como técnicos académicos, profesores universitarios o investigadores en instituciones y empresas públicas y



privadas. Asimismo, se han graduado (hasta febrero de 2008) 107 Doctores en Ciencias del mismo Programa promediando cerca de 11 al año; 41% de ellos hicieron posdoctorado en el extranjero, 52% son ahora investigadores en México o en centros de investigación extranjeros como Canadá, USA, Chile o Colombia. Varios de ellos han recibido reconocimientos como los Premios L’Oreal, Weizmann, Glaxo Wellcome, AgroBio, Hyclone-Uniparts, Funsalud, Ezio Emiliani, etc.

Las publicaciones en revistas internacionales (mas de 380, a febrero de 2008) y las tesis resultantes de estos egresados han sido a febrero de 2008 de lo mas diversas, tanto en Ciencia Básica como en proyectos biomédicos e innovaciones que pueden conducir a una patente industrial. Ejemplificando podríamos mencionar: agentes de control biológico, manipulación de *E. coli* para incrementar la productividad de etanol, un péptido antibacteriano del veneno del alacrán, actividad enzimática del veneno de las arañas violinistas, repertorios de anticuerpos humanos, biodegradación de diesel y de hidrocarburos en suelo, purificación del antígeno de superficie de hepatitis B, genotipos de rotavirus bovino para el desarrollo de una vacuna, factores de virulencia en *E. coli* enteropatógena, desarrollo de enzimas para la industria de alimentos, cultivos de células hematopoyéticas de sangre de cordón umbilical humano, factores nutricionales y de proceso para la producción de biomasa, etc.

Solamente con una “masa crítica” de científicos y técnicos nuestro país podrá salir del marasmo de la dependencia económica y técnica. De no hacerlo el siglo XXI continuará viendo un México maquilador e importador de todo, un exportador de braceros y de cerebros. O invertimos en ciencia y tecnología, o no habrá suficientes remesas y reservas petroleras para alimentar a más de 100 millones de mexicanos.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 25 de febrero de 2008, p. 34 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/08_feb_25_IBT.pdf

Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos publican trabajo en la prestigiosa revista *Science*

Agustín López Munguía

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

En el 2006, la siembra de plantas modificadas genéticamente destinadas a la producción agrícola rebasó las 100 millones de hectáreas como resultado de que más de 10 millones de campesinos en 22 países, han encontrado una opción en la biotecnología agrícola. Estas cifras no tienen precedente alguno en lo que a la adopción de una nueva tecnología para el campo se refiere, no al menos desde la época de la llamada “Revolución Verde”. Destaca el hecho de que si bien son los EUA el país con la mayor superficie agrícola destinada a la siembra (53% del área global), 9.3 millones de los campesinos que los cultivan son pequeños productores, particularmente chinos, hindúes, filipinos y sudafricanos, y en México se siembran ya casi 100,000 ha al año, principalmente

de algodón, todo esto de acuerdo con la “International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications, ISAAA.

¿Por qué son modificadas genéticamente? El 19% de los plantas cultivadas han sido modificadas para hacerlas resistentes a insectos, y de hecho 13% más, son resistentes tanto a insectos como a herbicidas. Es decir, 32% de los cultivos de soya, maíz, colza, algodón y alfalfa genéticamente modificados tienen la característica de ser resistentes a los insectos. Como consecuencia de esto se calcula que entre 1996 y 2005, se han dejado de aplicar 224,300 toneladas métricas de químicos plaguicidas lográndose una reducción del 15% en el impacto de los agroquímicos que se aplican en el campo, cumpliendo con uno



Foto: Cortesía Academia de Ciencias de Morelos.

Los coautores: Liliana Pardo, Alejandra Bravo, Isabel Gómez y Mario Soberón.

de los objetivos más importantes de la agricultura sustentable: la protección del medio ambiente. Al mismo tiempo, se evita el contacto del campesino con los plaguicidas, se evita que lleguen al consumidor y, no menos importante, se aumenta la producción por la disminución de las pérdidas por plagas. No sólo eso; dada la integridad de los productos agrícolas que no son atacados por insectos, como el maíz o el arroz, la presencia de hongos se reduce sustancialmente, eliminando la posibilidad de que se contaminen con micotoxinas, los agentes cancerígenos más potentes hasta ahora descritos.

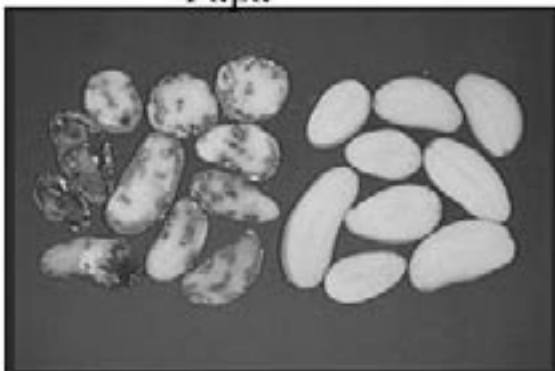
Sin embargo, la Biotecnología Moderna, como cualquier tecnología moderna, no está exenta de riesgos, por lo que para su evaluación los países productores se han provisto de leyes y reglamentos de bioseguridad, para efectos de seguridad alimentaria y ambiental, que en algunos casos –como es el del maíz en México– sigue siendo tema de controversias. Pero el caso de las plantas resistentes a insectos, existe un riesgo que se menciona con mayor frecuencia: ¿Qué sucederá cuando los insectos se hagan resistentes al bioinsecticida de estas plantas? Para dar respuesta a esta pregunta, recordemos que el agente biológico consiste en una proteína, absolutamente inocua para el ser humano, pero que provoca la muerte de los insectos de manera altamente específica. Es producida por una bacteria, denominada *Bacillus thuringiensis* motivo por el cual la proteína se denomina BT, y es tan segura que se usa desde hace varias décadas en la agricultura,

particularmente la orgánica. Cuando el gen de una de estas bacterias se incorpora a las plantas, dependiendo de su especificidad, impide que las plagas comunes de esa planta se propaguen. Si de alguna manera los insectos se hacen resistentes a estas proteínas, esta extraordinario tecnología se vendría abajo, obligando a los productores a regresar al empleo de plaguicidas químicos o a emplear métodos que controlan las plagas de manera limitada, ya que es muy difícil encontrar otra proteína tan segura para el consumidor y tan específica para matar insectos. De ahí que este sea el mayor temor tanto de entomólogos como de productores agrícolas que ya no usan plaguicidas.

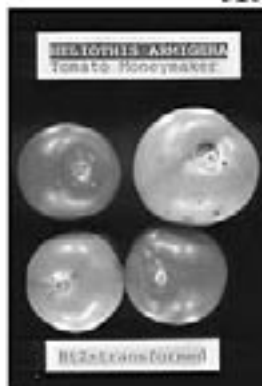
A partir de estos antecedentes, el lector puede darse una idea de la contribución que representa tanto en el terreno científico como en el económico, en trabajo desarrollado en el grupo de los doctores *Alejandra Bravo y Mario Soberón*, investigadores del Instituto de Biotecnología de la UNAM. Este grupo cuenta con una de las colecciones más extensas de bacterias de este género, y han logrado, primeramente descifrar el mecanismo molecular mediante el cual la proteína, una vez ingerida por el insecto y ubicada en su intestino, logra provocar un daño que le causa la muerte. La calidad, elegancia y contundencia de sus experimentos, permitieron que su propuesta echara abajo otras hipótesis planteadas sobre el mecanismo de acción de la toxina, no sin antes contender con las dificultades inherentes a la rigurosidad con la que actúan los revisores de las publicaciones



Papa



Jitomate



Plantas Bt Resistentes a Insectos.

internacionales, particularmente cuando un grupo de un país con menos tradición científica, contradice propuestas del mundo desarrollado.

Como si esto fuera poco, los Drs Bravo y Soberón, han dado ahora un segundo gran paso del que da cuenta en su primer número del mes de Noviembre Science, la revista de mayor impacto en la ciencia internacional. Se trata de una demostración más de cómo entre la investigación básica y la aplicada, la distancia puede ser muy corta: como consecuencia del descubrimiento del modo de acción de la proteína BT, los Doctores Bravo y Soberón proponen ahora una manera de construir toxinas que acabe con insectos que se hayan vuelto resistentes. El descubrimiento es equivalente en el sector salud, a encontrar un antibiótico que pudiera acabar con los patógenos que ya no destruye la penicilina; de ahí su importancia en el contexto económico agroindustrial. Si bien hasta ahora, después de más de 10 años de siembra, no han aparecido insectos resistentes en el campo, es por que se ha evitado mediante la existencia de refugios en los campos de cultivo: una zona donde se siembra planta no modificada genéticamente. Sin embargo, se ha observado en el laboratorio que bajo condiciones de selección intensas –que el insecto no tenga otra cosa que comer– se generan insectos resistentes. Por ende la aparición de estos insectos en el campo, podría darse en cualquier momento.



La primera página del artículo aparecido en Science.

No es posible describir en este espacio el mecanismo de acción de la toxina y la propuesta de las proteínas BT modificadas, pero a reserva de ser simple, imagine que la proteína BT es ingerida con el alimento (la planta): al llegar al intestino medio del insecto se encuentra con un primer sitio (identificado como el receptor de cadherina) en el que la proteína BT es identificada y modificada perdiendo una pequeña sección. Esta pérdida le permite ser reconocida por un segundo sitio en el intestino (un segundo receptor) donde cuatro de las moléculas de proteína modificada se agrupan (forman un oligómero) haciendo un poro en la membrana intestinal del insecto. El resto es fácil: imagínese al insecto con el intestino perforado. Pues bien, se ha encontrado que los insectos que resisten la

Manduca sexta



Pectinophora gossypiella



toxina, lo hacen porque logran cambiar la estructura del receptor de cadherina en su intestino. Como la proteína BT ya no es reconocida, no es cortada, y al no serlo, no es identificada en el segundo receptor: el insecto entonces la acaba de digerir o simplemente la arroja con sus desechos. Es un ejemplo de la evolución en acción.

¿Cuál es la propuesta del grupo Bravo-Soberón?: la construcción de proteínas BT que sean diseñadas en el laboratorio (mediante la modificación del gene de la bacteria) para hacerles el pequeño corte que efectúa el primer receptor. Así, la proteína BT modificada no requiere ya ser identificada ni cortada por el primer receptor; llega entonces al intestino y directamente se ubica en el segundo receptor, formando el poro que acaba con el insecto. ¿Funciona? En el artículo de Science, Bravo y Soberón reportan que todos los insectos resistentes a las proteínas BT no resisten a las proteínas BT modificadas, incluidos los insectos de Brush Tabashnik, uno de los coautores del artículo en Science. Son coautores también Isabel Gomez y Liliana Pardo investigadoras asociadas al grupo, e Idalia López, estudiante de la Maestría en Ciencias Bioquímicas.

El trabajo tiene, como puede apreciarse de los datos relacionados con el uso de las proteínas BT, un impacto económico y ambiental en el control de plagas de la agricultura de un gigantesco potencial; es muestra también de la forma en que se hace ciencia en la UNAM, y de cómo la investigación básica puede en poco tiempo contribuir al desarrollo de tecnología moderna en beneficio de la humanidad. Es también una manera en la que el Instituto de Biotecnología celebra su XXV aniversario. En horabuena a todos los integrantes del grupo de los Doctores Alejandra Bravo y Mario Soberón. La publicación '[Engineering Modified Bt Toxins to Counter Insect Resistance. Soberon, M. Pardo-Lopez, L. Lopez, I. Gomez, I. Tabashnik, B.E. Bravo, A. Science Nov 1, 2007] puede consultarse en la página del IBT/UNAM: www.ibt.unam.mx.

Campeones morelenses en las Olimpiadas de la Ciencia

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Morelos es un estado privilegiado en términos de la actividad científica. En Morelos se encuentran cerca de 40 centros de investigación y es el estado de la República (excluyendo al Distrito Federal) que cuenta con el mayor número de investigadores por habitante, siendo éste número tres veces superior a la media nacional. La Academia de Ciencias de Morelos es la única Academia de Ciencias en un estado de la República. Agrupa a los científicos más destacados de Morelos y tiene entre sus fines el de promover las ciencias de alto nivel y calidad en el estado y de ser un vínculo con la Sociedad.

Morelos tiene, sin duda, los elementos para constituirse en la CAPITAL DEL CONOCIMIENTO del país. Esto es de suma importancia porque vivimos justamente en la “Edad del Conocimiento”. Es bien claro el hecho que las economías prósperas y las

emergentes de alto crecimiento, están basadas en la generación y en el uso sensato y solidario del conocimiento científico y tecnológico.

Sin embargo, en México cada vez menos estudiantes quieren estudiar carreras de corte científico. Actualmente, solo menos de 3 % de la matrícula de licenciatura a nivel nacional está estudiando una carrera científica. Por el otro lado, más del 60 % de la matrícula se concentra en pocas carreras, casi todas ellas relacionadas con la administración. La pregunta que siempre me hago, es ¿quiénes van a generar el conocimiento y la tecnología que serán necesarios para crear las empresas y las fuentes de trabajo que en teoría administrará el 60 % de los egresados ?

La situación en Morelos no es muy diferente al resto del país. Sin embargo, dada la riqueza científica que tiene el estado, podemos hacer que las cosas



sean diferentes y nuestra Academia esta haciendo esfuerzos en varios niveles. Afortunadamente, Morelos es privilegiado en términos del talento y la dedicación de sus jóvenes en el terreno de las ciencias (2007).

El pasado 13 de junio (2007), en un evento en el Palacio de Gobierno (y del que dió cuenta *La Unión de Morelos*) la Academia de Ciencias de Morelos y la Secretaría de Educación del Estado, reconocieron a 16 jóvenes que en las olimpiadas celebradas el año pasado (2006), destacaron en los primeros lugares. Para conseguirlo, éstos jóvenes tuvieron primero que estudiar muy duro para calificar en las olimpiadas estatales. Siendo los mejores del estado, compitieron en las olimpiadas nacionales y nos trajeron, para orgullo de todos los morelenses, medallas de bronce, de plata y de oro. Por ejemplo, Morelos se ha mantenido siempre en los primeros lugares en el medallero de la olimpiada de matemáticas. Hay que destacar también que los ganadores provienen de escuelas tanto públicas como privadas, lo que demuestra también la calidad de un buen número de las escuelas de Morelos y constata que el talento, la capacidad de trabajo y la dedicación, no son privativas de ningún sector ni tipo de escuela.

Pero algunos jóvenes morelenses fueron aún más allá. En la olimpiada Iberoamericana de Matemáticas, celebrada en Ecuador el año pasado (2006), uno de estos jóvenes obtuvo la medalla de oro. Ese mismo año, la mayoría de los morelenses, que como el resto del país estaban inmersos en una vorágine informativa que casi solo tenía que ver con

las elecciones, probablemente no se enteraron que dos jóvenes, uno de Cuernavaca y otro de Cocoyoc, habían logrado, en la Olimpiada Internacional de Matemáticas, celebrada en Eslovenia, una mención honorífica, en la persona de Aldo Pacchiano y LA PRIMERA MEDALLA DE ORO PARA MEXICO EN UNA OLIMPIADA INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS en la persona de Pablo Soberón. Nunca un joven mexicano había logrado llegar tan lejos en el terreno de las olimpiadas de la ciencia a nivel mundial. Me cuentan que poco antes de la final en Eslovenia, le dijeron a la Delegación Mexicana que “no había nacido todavía un mexicano que lograra el oro en una olimpiada mundial”. Y sí había nacido y había nacido en Morelos!

Si bien el mérito principal de estos logros es de los jóvenes que lograron medallas, es necesario mencionar que para conseguirlo fue necesario la participación de muchos actores que, podríamos decir, estan “tras bambalinas”. Destacaría en primer lugar a los entrenadores, quienes dedican una gran cantidad de tiempo, el recurso más escaso y más valioso, de forma completamente voluntaria y altruista, a entrenar y preparar a los estudiantes. Las Delegaciones estatales de las olimpiadas de Física, Química, Biología y Matemáticas, han jugado un papel crucial en la organización y promoción de estos eventos entre la juventud morelense y en el apoyo que han dado para los eventos nacionales e internacionales. Destacaría el encomiable esfuerzo de los organizadores de la olimpiada de Matemáticas, quienes obtienen recursos



a través de la venta de un bellissimo calendario y han logrado que estudiantes de Morelos hayan obtenido el mayor reconocimiento mundial en su especialidad.

Los jóvenes medallistas* (ver recuadro) han logrado mucho para Morelos y lo han hecho con poco apoyo. Doble mérito. Nuestra Academia hace un llamado a todos los sectores de la Sociedad morelense con el fin de que apoyen el gran esfuerzo que hacen los estudiantes y sus entrenadores. Todos estamos muy orgullosos de estas medallas, que honran grandemente a nuestro estado y todos podemos contribuir a que sea cada vez mejor.

“He llegado a donde estoy porque he estado en hombros de gigantes”, declaró el gran Isaac Newton, indicando el gran mérito que habían tenido sus antecesores en la ciencia, en el logro de sus monumentales aportaciones a la Física. Parrafaseando a Newton, diría que tengo la confianza de que nuestro estado llegará muy lejos, porque estamos en los hombros de éstos gigantes jóvenes morelenses.

* Ver también artículos de R. Bulajich y L. Sbitneva (pág. 76) y de E. García y R. Bulajich (pág. 81), publicados en este volumen.

Medallistas morelenses en las Olimpiadas de las Ciencias

XVII OLIMPIADA DE FÍSICA (Durango, 2006)

Jesús Castrejón Figueroa

XVII OLIMPIADA DE QUÍMICA (Toluca, 2006)

Joel Granados Álvarez

Martín Sánchez Fernández

Samantha Molina Gutiérrez

Naytzé Ortiz Pastrana

Ricardo Pedro Pablo

Anil Verma Rodríguez

XX OLIMPIADA DE MATEMÁTICAS (Zacatecas, 2006)

Alan Marcelo Arroyo Guevara

Bruno Blanco Sandoval

Nimrod Misael García Hernández

Raúl Andrés Guevara Torres

Aldo Pacchiano Camacho

Alain Juárez Pérez

OLIMPIADA INTERNACIONAL DE MATEMÁTICAS (Eslovenia, 2006)

Pablo Soberón Bravo

Aldo Pacchiano Camacho

OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE MATEMÁTICAS (Ecuador, 2006)

Pablo Soberón Bravo

XVI OLIMPIADA DE BIOLOGÍA (Tlaxcala, 2006)

Luis Rafael Gómez Lagunas

Tonatiuh Liévano Beltrán

Samantha Molina Gutiérrez

“Galileo Galilei lesionado...” y el primer aniversario de *La Ciencia, desde Morelos para el Mundo*

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Circulando por una avenida en Cuernavaca y ante la luz roja de un semáforo me detuve en una esquina donde había un puesto de periódicos. “La Unión de Morelos” llamó mi atención a una nota (roja) cuyo titular en la contraportada decía: “*Galileo Galilei resultó lesionado en un choque automovilístico*”. Siendo Galileo uno de mis personajes favoritos, a pesar de mi aversión por la nota roja, no pude resistir la tentación de comprar el periódico. Me percaté de que se trataba de Galileo Galilei Martínez, habitante del municipio de Ayala, en el estado de Morelos, quien iba en un auto que chocó “aparatosamente” pero que afortunadamente no tuvo heridas graves. Al terminar de leer la noticia me propuse conocer, no tanto al infortunado Galileo, sino a sus valientes padres, porque sin duda eran ellos los que admiraban, como yo, a Galileo... pero yo no me atreví a ponerle a mi hijo tan ilustre nombre. Me comuniqué con el periódico para ver si tenían algún dato para localizar a la familia de Galileo; finalmente, por esta y otras noticias, terminé en la oficina del Sr. Oscar Davis, Jefe de Redacción de *La Unión de Morelos*. Además de platicar sobre el Sr. G.G. Martínez, que al parecer no era la primera vez que salía en el periódico, comentamos sobre la importancia que tiene la comunidad científica en nuestro estado, particularmente rica, y lo bueno que sería que se involucrara en la divulgación de temas científicos para el gran público. Me propuso un espacio en las páginas de “La Unión”. Le agradecí el ofrecimiento y le pedí tiempo para consultar a los miembros de la Academia. Lo que no queríamos –le comenté– es que fuera un proyecto efímero y por lo tanto deberíamos tener cierta certeza de contar con contribuciones suficientes para publicarlas semanalmente.

Inmediatamente después de visitar al Sr. Davis, estaba agendada una reunión para constituir el Comité Editorial de la Academia, fundado con el objetivo de “promover la publicación, en particular por miembros de la Academia, de textos de calidad, sobre todo de divulgación general y para docencia, en el ámbito morelense”. A ese naciente Comité le propuse encargarse del posible proyecto con “La Unión” y muy entusiastamente aceptaron participar, la Dra. Georgina Hernández, el Dr. Hernán Larralde y el Dr. Joaquín Sánchez Castillo, quien coordinó el Comité entre 2007 y 2008.

La Mesa Directiva de la Academia propuso el proyecto a sus miembros y recibimos el beneplácito y apoyo moral de la mayoría... pero muy pocas contribuciones. A pesar de esto y confiando en el compromiso de nuestra membresía, decidimos iniciar el proyecto. El lunes 9 de Julio de 2007 se publicó la primera entrega, anunciando el nuevo proyecto en la primera plana de “La Unión”.

Un año después (julio de 2008), aquí estamos, “La Unión de Morelos” y la Academia de Ciencias de Morelos (ACMor), festejando la publicación ininterrumpida de contribuciones a lo largo de 52 semanas, de trabajos de divulgación científica que han publicado nuestros miembros en el espacio que nos ha ofrecido generosamente este diario cada lunes.





La experiencia ha sido muy estimulante y enriquecedora, tanto para los lectores como para los miembros de la Academia que han publicado textos en este espacio. Nuestra Academia abrió su página de internet (www.acmor.org.mx) en octubre de 2007 y decidimos incluir, en la “Biblioteca de Ciencias”, todas las contribuciones publicadas. Con gran satisfacción nos hemos percatado que una parte de las casi 3,000 consultas que ha tenido mensualmente nuestra página en los últimos meses (julio de 2008), se localizan justamente en la “Biblioteca de Ciencias”. Asimismo, hemos recibido mensajes, de profesores de secundaria y preparatoria, que nos comentan cómo han resultado útiles estos textos como material de lectura para sus alumnos.

Por otra parte, los miembros de la ACMor colaboran cada vez con más entusiasmo. Al día de hoy (7 de julio de 2008) se han publicado 68 contribuciones, firmadas o co-firmadas por un total de 42 integrantes de la Academia. Nuestros miembros se cuentan entre los científicos de más alto nivel tanto nacional como internacionalmente y además, tienen un claro compromiso para con su comunidad. Comentarios de los miembros ilustran cómo sus vecinos y conocidos han leído sus contribuciones y les han dado muestras de aprecio por su trabajo, el cual antes sólo era conocido por los especialistas. Quienes han escrito contribuciones han promovido que otros colegas se animen a escribir para el periódico y con ello esperamos haber contribuido a romper el mito de que los científicos están en torres de marfil, alejados

de la comunidad. La experiencia, sin duda, ha sido interesante para el público y muy enriquecedora para los autores. A nombre de la Academia agradezco en primer lugar a los lectores por su interés y preferencia. Agradecemos ampliamente la hospitalidad que nos ha dado “La Unión de Morelos” y desde luego el tiempo –el recurso más escaso– que han dedicado los autores en escribir sus contribuciones. El Comité Editorial de nuestra Academia ha hecho un papel espléndido al cuidar la calidad del contenido de los textos así como el enfoque y el lenguaje adecuado para el gran público. Ante nuestra propuesta, “La Unión” ha aceptado, muy generosamente, re-editar, un suplemento especial que incluirá todas las contribuciones que se han publicado hasta el momento. Los lectores de “La Unión de Morelos” tendrán en sus manos en el futuro cercano este suplemento, único en su tipo.

El hecho de que Galileo Galilei, en este caso el miembro de la familia Martínez del municipio de Ayala, estado de Morelos, haya estado involucrado en la gestación del proyecto “La Ciencia, desde Morelos para el Mundo” es una circunstancia fortuita pero afortunada, ya que Galileo Galilei, el de Pisa, Italia, que nació en 1564, fue quien nos enseñó, la forma sistemática, rigurosa y comprobable, para obtener información confiable de la naturaleza, que es lo que desde entonces y hasta ahora, los científicos usan como método de trabajo.

No sé si Galileo Galilei Martínez este orgulloso de su nombre. Es posible que no, sobre todo si tiene 15 años y se considera que, de acuerdo a evaluaciones recientes de organismos internacionales, cerca del 70 % de sus compañeros de escuela en México, no serían capaces de discernir, por ejemplo, entre la muy sólida ciencia que es la astronomía, de la lucrativa pseudo-ciencia que es la astrología.

En 2009 se celebrarán los 400 años de las primeras observaciones astronómicas de Galileo utilizando el telescopio que él mismo construyó. Debemos festejarlo trabajando para que nuestros jóvenes tengan las habilidades y conocimientos científicos básicos que les permitan ser competitivos en la *Sociedad del Conocimiento* en la que vivimos.

En Morelos debemos aprovechar la gran riqueza que constituye el contar con el índice más alto de investigadores *per capita* del país, para, en un esfuerzo conjunto entre autoridades, sociedad civil y comunidad académica, hacer de Morelos el estado con mayor cultura científica del país. Esto no es un lujo. En la *Sociedad del Conocimiento* en la que vivimos, la cultura científica es tan importante como leer y escribir. Lograr este objetivo en Morelos no sólo es viable sino también realista. La razón es que tenemos los principales ingredientes: investigadores de alto nivel y comprometidos con su entorno, maestros motivados, creativos y cada vez mejor preparados, medios de comunicación cada vez más interesados en la divulgación de la ciencia y, destacadamente, alumnos talentosos con un entusiasmo enorme.

VIO ESTRELLITAS

Galileo resultó lesionado en un choque automovilístico

Dos personas más resultaron heridas en el percance

Por Samuel Vidal

Cuautla.- Un aparatoso choque se registró en la calle de Circunvalación esquina con avenida Reforma de la colonia Emiliano Zapata, con un saldo de tres personas lesionadas. En el accidente, una dama de nombre Gabriela Zaizar Alpízar, vecina de la calle Tezontetelco número 45 de la unidad habitacional Casas Geo de la colonia Eusebio Jáuregui (Santa Inés), fue impactada por un auto compacto, resultando seriamente lesionada, e internada en la clínica San Francisco de Asís de

la colonia Plan de Ayala en donde se reportó como estable. En el accidente también resultaron lesionados Galileo Galilei Martínez, vecino de la calle Jesús Gómez número 47 en San Pedro Apatlaco, municipio de Ayala y Teodoro Plascencia, que vive en la calle Lázaro Cárdenas en colonia Peña Flores, quien fueron detenidos por los oficiales de Tránsito que trasladaron el Atoz color gris con placas de circulación TUK-9863 de Puebla a las instalaciones de la oficina de Tránsito para deslindar responsabilidades.

La nota original, publicada en la pág. 37 de *La Unión de Morelos* del 5 de marzo de 2007.



PERSONAJES DE LA CIENCIA Y EFEMÉRIDES DE EVENTOS CIENTÍFICOS



Prólogo

La ciencia, como cualquier actividad humana, está marcada por eventos singulares y personajes notables. En esta sección presentamos los artículos que tratan sobre tres personajes de la Ciencia en México, recientemente fallecidos. El primero es Marcos Moshinsky, el físico más famoso que ha dado nuestro país, quien pudiendo haber trabajado en los centros de investigación más prestigiosos del mundo, decidió quedarse a trabajar en México y se volvió el pilar sobre el cual se construyó la física mexicana. El segundo es Christopher Augur, un colega francés con una larga historia de colaboraciones con la comunidad biotecnológica mexicana, quien fuera cobardemente asesinado a principios del año de 2009 en la ciudad de México. El tercero es sobre José de Jesús Caballero, destacado investigador y formador de jóvenes científicos, de quien presentamos, además de una breve semblanza, el intercambio epistolar que sostuvo con el joven Kevin Pedroza, estudiante del CBTis 76, de Cuautla, en torno a un artículo publicado por el Dr. Caballero en *La Unión de Morelos*.

Los demás artículos de esta sección tratan sobre eventos singulares. Por un lado presentamos una serie de artículos, escritos por una reconocida astrónoma, que reseñan las circunstancias, que incluyen a dos satélites artificiales y la explosión de una supernova, en torno al inicio del Internet en México. Por el otro lado, incluimos un artículo que conmemora los 150 años de la publicación del libro “El Origen de las Especies” donde Charles Darwin expone la teoría de la evolución, la cual representó una de las más grandes revoluciones científicas de la historia.

Esperamos que mostrando el lado humano que siempre está detrás del quehacer de la ciencia, las historias de los científicos y los eventos que presentamos en esta sección, puedan servir de motivación y guía a quien los lea.

Hernán Larralde Ridauro

Marcos Moshinsky: La medida de la seriedad científica

Thomas Seligman

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro y Presidente Fundador, Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Marcos Moshinsky (1921-2009) fue un personaje ejemplar para México y para el mundo. Nacido en Europa, llegó a México siendo un niño y, al terminar su educación básica, estudió en la Universidad Nacional Autónoma de México, en un entorno científico apenas incipiente. Después hizo su doctorado en la Universidad de Princeton, con Eugene Wigner (Premio Nobel de Física) y en poco tiempo estaba escribiendo sus primeros artículos importantes. Regresó a la UNAM y se convirtió en el pilar sobre el cual se construyó la física mexicana.

¿En qué sentido fue un pilar?

Debemos recordar que Manuel Sandoval Vallarta, el único físico mexicano famoso en esa época, estaba trabajando en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y tenía poca influencia en el ámbito nacional. Marcos Moshinsky, en cambio, había aprendido el rigor de la física matemática con Wigner y Bargman, y era bastante carismático. Esto le permitió

establecer las pautas de la física en México, que no eran comunes para Europa y los Estados Unidos, ni mucho menos lo eran para países en desarrollo.

Yo tuve el privilegio de tener dos mentores y amigos cortados de la misma madera dura: Marcos Moshinsky y Hans A. Weidenmüller, de Heidelberg. Dos personalidades que difícilmente podían ser más distintas, en dos ámbitos igualmente diversos. Sin embargo ¡en algunas cosas coincidían y se mantenían firmes!: uno no sigue las modas; uno no publica nada de lo que no está completamente seguro; y se debe dar crédito cuando exista el más mínimo margen para darlo. Estos principios no son universalmente aceptados, ni son indispensables para realizar ciencia. De hecho, el primero frecuentemente no es ni siquiera recomendado. Por el contrario, muchas plazas de trabajo sólo son accesibles para aquellos que trabajan en temas que están de moda.

Pero, ¿quién trabajará en los temas que estarán



de moda mañana? Seguir estos principios es muy arriesgado: ¿en algún momento descubrirás algo que le interese al menos a un número relevante de tus colegas? ¿Podrás publicar antes de que lo hagan otros? Sin embargo, estos riesgos condimentan la investigación y son la esencia de lo que hace que la investigación científica sea emocionante.

Hay otra manera de tomar riesgos que también tiene su recompensa. Tomen en serio sólo el primero de los principios mencionados anteriormente, pero no el segundo. Entonces estás jugando un juego diferente. Muchos avances importantes han sido publicados por personas que frecuentemente cometían errores. Si son importantes en el medio y tienen elocuencia, sus errores pueden ser perdonados, siempre y cuando se puedan considerar como errores de verdad y no tergiversaciones intencionales. Yo admiro a algunas de estas personas, pero mantengo mi distancia porque ése no es mi estilo. ¿Porqué no? ¡No lo sé! Tal vez porque no fui hecho de esa manera, pero más probablemente sea por la sombra de Moshinsky que me advierte en contra de cualquier tentación.

Marcos Moshinsky tenía muchas otras cualidades que ayudaron al éxito y respeto mundial de la física mexicana. Además de su carisma, era un gran orador. También creía firmemente en lo que su tutor, Eugene Wigner, llamaba “la irrazonable efectividad de las matemáticas en la física”. Él me dijo en alguna ocasión, que prefería hallar una solución elegante para un problema irrelevante, a hallar una solución fea para un problema importante. Pero, de hecho, halló una y otra vez soluciones elegantes para problemas relevantes.

Sin embargo no trató de forzar este estilo en los demás. Apoyó el trabajo numérico, que fue iniciado en México por su amigo Tomás Brody, y todo tipo de trabajo fenomenológico: sólo insistía en la honestidad absoluta. Fue, pues, un ejemplo para los jóvenes físicos mexicanos y también para los “mexicanizados”.

¿Porqué aseguro que también fue un ejemplo para el mundo?

Han habido muchos grandes científicos que abandonaron sus países subdesarrollados o que, sin abandonarlos, no pudieron cosechar las semillas. Otros trataron de cosechar las semillas desde afuera, lo cual es aún más difícil. Marcos Moshinsky tuvo múltiples oportunidades para irse de México y aceptar puestos prestigiosos y bien pagados, en donde estaría rodeado de buenos investigadores. Yo estuve presente cuando se le ofreció la dirección del “Centre de Recherches Mathematiques” en Montreal, que fue una de las mejores de una larga cadena de oportunidades que dejó pasar para quedarse y hacer física en México.

Repasemos la historia, poco conocida, del primer intento serio de establecer ciencia en México. Este intento ocurrió en el campo de la química y condujo al primer gran descubrimiento de la ciencia moderna en nuestro país: el descubrimiento del elemento Vanadio. En 1792, se fundó el Real Seminario de Minería en la

ciudad de México bajo la dirección de Fausto Elhúyar, quien había descubierto el Tungsteno y, por lo tanto, era un prestigioso científico en esa época. Él, a su vez, contrató a Andrés Manuel del Río, un joven científico que, al acabar sus estudios básicos en España, continuó su formación en París y en Alemania, finalmente bajo la tutoría del célebre químico Antoine Lavoisier. La revolución lo forzó a mudarse a Inglaterra, desde donde aceptó el puesto que se le ofrecía en México. En 1801, Andrés Manuel del Río descubrió el Vanadio, al que él llamó Eritronio. Le regaló unas muestras a Humboldt, a quien conocía desde Alemania, pero la gente en Europa concluyó que estaba equivocado: que había confundido el Cromo con el nuevo elemento y terminaron por convencerlo de su error. Sin embargo, un poco más tarde, el químico sueco Nils Gabriel



Sefström redescubrió el mismo elemento llamándole Vanadio. Ese mismo año, un químico alemán consiguió unas de las muestras que Andrés Manuel del Río había mandado y, al reanalizarlas, se dió cuenta que del Río había tenido razón. Si bien Andrés Manuel del Río se quedó en México, la Universidad Nacional fue decayendo lentamente después de la independencia, llegando a cerrar primero intermitentemente y luego bajo Maximiliano definitivamente, aunque algunas de sus escuelas permanecieron activas.

Formalmente, la Universidad Nacional reabrió en 1910 bajo el mandato de Porfirio Díaz y fué creciendo lentamente hasta alcanzar cierta coherencia. En esas condiciones la encontró Marcos Moshinsky cuando era estudiante, lejos de ser —como lo es la UNAM— una de las 100 mejores universidades del mundo y una de las 10 mejores de entre los países de idioma latino (casi todas ellas de habla francesa). Este paso gigantesco, de ser una universidad apenas funcional a convertirse en una institución de clase mundial, se debe en gran medida a Marcos Moshinsky y a otros personajes de su misma talla. Es precisamente en esto en lo que Moshinsky es un ejemplo para el mundo. Él

me enseñó a mí, y a muchos otros, que aquellos que se quejan de que las circunstancias del subdesarrollo que prevalecen en sus países les impidieron ser buenos científicos, están contribuyendo a tal subdesarrollo. Marcos Moshinsky despreciaba y combatía a este grupo de incompetentes frustrados y, lo que es más importante, demostró que estaban equivocados, siendo un científico exitoso en México, creador de una escuela que sigue creciendo y dando frutos hoy en día.

Debemos seguir su ejemplo y contribuir para que esta planta vigorosa, este árbol mexicano - pero realmente internacional- que sembró Marcos Moshinsky, tenga un tronco fuerte y que se puedan cosechar muchas más semillas. No debemos dejar que se seque y muera como la bella, pero frágil planta que sembraron Fausto Elhúyar y Andrés Manuel del Río. Y esto debe ser así, no sólo en México sino en todo el mundo.

Una brevísima semblanza de Marcos Moshinsky

Nació en Kiev, Ucrania en 1921. Llegó a México en 1924 y obtuvo la nacionalidad mexicana en 1942. Estudió Física en la UNAM y obtuvo el doctorado en la Universidad de Princeton, E.U.A. Fue Investigador Titular en el Instituto de Física de la UNAM, donde trabajó desde 1942 hasta su muerte en Abril del 2009. Dirigió también un grupo de investigación en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) y fue miembro de El Colegio Nacional desde 1972. Fundó la Escuela Latinoamericana de Física en 1959 y organizó numerosas sesiones de la misma en México. Recibió múltiples distinciones, destacando el Premio Príncipe de Asturias, el Premio Nacional de Ciencias y el Premio de Investigación en Ciencias de la UNESCO. Fue Editor de la Revista Mexicana de Física y Editor Asociado de tres revistas internacionales. Perteneció a la Academia Mexicana de Ciencias, la Academia Americana de Artes y Ciencias, la Academia Pontificia de Ciencias y la Academia Europea de Ciencias, Artes y Letras, entre otras. Dirigió 14 tesis doctorales y asesoró a 14 post-doctorados provenientes de todas partes del mundo. También dirigió unas 34 tesis de licenciatura. En la Facultad de Ciencias-UNAM impartió durante muchos años el curso de Mecánica Cuántica, así como cursos a nivel de posgrado sobre diferentes temas de física matemática y nuclear. Sus publicaciones científicas en los campos de Física Nuclear, Física Teórica, Física Matemática y otros, incluyen 5 libros, aproximadamente 300 artículos de investigación y varios cientos de artículos de divulgación. Sus trabajos han recibido más de 5000 referencias en la literatura especializada.



Pionero y formador de varias generaciones de físicos, fundador de escuelas y academias, Moshinsky es sin duda uno de los científicos más influyentes en la historia de México. De acuerdo con la opinión de colegas e investigadores de otras latitudes, sería muy difícil encontrar otro ejemplo en que una sola persona haya tenido un impacto tan significativo en el desarrollo científico de todo un país.

La Comunidad Científica se cubre de luto e indignación

Un mensaje de la Academia de Ciencias de Morelos

Enrique Galindo Fentanes y Agustín López Munguía

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembros de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

El martes 27 de enero del 2009 parecía un día común y corriente en la vida del Doctor **Christopher Augur**. Se encontraba una vez más en su querido México, en la UAM Iztapalapa en la que trabajó por más de 8 años comisionado por el IRD (Instituto de Investigaciones para el Desarrollo) un organismo francés para la investigación, y entre sus entrañables colegas del Departamento de Biotecnología de la UAM Iztapalapa con los que desde 1996 había establecido una relación de trabajo académico, de ese que no sólo permite publicar artículos científicos, sino al mismo tiempo entusiasmar a los estudiantes y entrenarlos en el uso del conocimiento científico en la solución de problemas apremiantes de diversos sectores del país. Dentro de los diversos proyectos que Christopher abordó, destaca el del procesamiento del café y más recientemente el de la problemática que representa el crecimiento descontrolado del lirio acuático, el quinto problema más grave a escala global en materia de gestión de agua.

Crear un grupo de investigación, proveerlo de infraestructura y consolidarlo con un conjunto de académicos suficientemente bien preparados como para poder contribuir al desarrollo de un tema particular de la ciencia, es una labor que toma años y muchos esfuerzos, aun en los casos en los que existe un decidido apoyo a nivel nacional. No hay



Christopher Augur.

muchos de estos en nuestro país, aunque ese no es el tema de esta nota. El hecho es que los hay, y que cuando estos grupos están comprometidos en la formación de recursos humanos y al mismo tiempo en abordar problemas de relevancia nacional, se crean condiciones idóneas para que espíritus como el de Christopher Augur florezcan. Es el caso de la comunidad biotecnológica de la UAM Iztapalapa donde Christopher se encontró con una herramienta: los procesos microbianos en medio sólido como tema central de investigación aplicada; encontró estudiantes ávidos de conocimiento y de deseos de contribuir a mejorar las condiciones de su país, y finalmente encontró colegas, que en muchos casos fueron también amigos, amigos que abrieron espacios para que la colaboración trascendiera lo académico y se convirtiera también en una red de complicidades para trabajar por los demás, y haciéndolo, ¿por qué no?, disfrutando la vida. Christopher era un académico que



amaba su trabajo como amaba la buena cocina, el buen vino y el mejor ingrediente para ambos, el compartirlo con los amigos. Como un reflejo de su personalidad y su amor por la naturaleza, bastaría con destacar su pasión por las orquídeas.

Christopher nació en 1960 en la ciudad de Jhasi, en la India; de ascendencia angloindia, creció y se educó en Francia, país del que era ciudadano. En su tesis de doctorado trabajó sobre azúcares complejos que sirven de señal a las plantas para defenderse de infecciones microbianas, esto en el Centro de Investigación sobre Carbohidratos Complejos, afiliado a la Universidad de Georgia, en el campus de Atenas. Caminó por todo el mundo, Japón, la India, Australia, Holanda, Israel, Brasil, EUA, y desde luego México, donde desarrolló más de la mitad de su obra científica, trabajando sobre catalizadores biológicos, fermentación sólida, procesamiento del café, y en plantas del desierto de Coahuila, siempre estableciendo redes de colaboración con colegas, pero también aprendiendo recetas y degustando vinos.

El martes 27 de enero del 2009, los pasos de Christopher se cruzaron con otra red. Una red de maldad y de ignominia, de esas que se han establecido en nuestro país; de esas que no construyen, sino arrebatan. Arrebatan vidas, lo mismo de niños, de ancianos que de científicos, aprovechando su fragilidad, nuestra fragilidad. El individuo que disparó a Christopher, cuyo nombre no amerita ser citado en este espacio, fue detenido unos días después. Eso parece. Qué bien por la justicia; pero mínimo consuelo ante tan descomunal pérdida. Mínimo consuelo para su compañera, sus familiares, sus estudiantes, sus amigos y sus colegas, y para sus orquídeas. El Dr. Gustavo Viniegra le daba un adiós en una sentida ceremonia el pasado martes 3 de febrero en la UAM Iztapalapa, un adiós centrado en la descripción de su carácter y de su obra científica. Christopher, señalaba Gustavo, era de carácter jovial, de excelente buen humor y de mirada inquieta a la vez que tierna, de temperamento fuerte



y decidido; veraz y honesto. Todo esto resuelto en sonrisas. Ya descansa en paz en Beaugency, una bella región del centro de Francia, a las orillas del Loira y cerca de sus seres queridos, a quienes abrazamos en su desconsuelo.

Aún leyendo estas líneas, el individuo que cegó su vida, no sería capaz de imaginarse lo que destruyó. No sabe como es una orquídea, ni tampoco le debe preocupar el problema que representa el lirio acuático o la contaminación ambiental; imposible imaginarlo reflexionando sobre como mejorar la vida de quienes trabajan en el procesamiento del café en México o en Centroamérica. Le debe parecer incomprensible que alguien dedique su vida a educar a los demás, que sea generoso, ofrezca su morada, comparta sus alimentos, y sus flores. Quienes lo conocieron saben que en el colmo de las paradojas, Christopher, o “La Fundación Augur” como él solía decir habría compartido con su verdugo, en otras circunstancias, los billetes que le costaron la vida. El atroz homicida tampoco es capaz de imaginar lo que sus balas no pueden destruir. Esto, entre una infinidad de cosas más, es su desgracia. Acabó con la frágil existencia de Christopher Augur, pero no con su espíritu, al que por el contrario, engrandeció; nos hizo cerrar filas, renovar afectos y solidaridades; agregó entusiasmo a las generaciones de estudiantes que formó para seguir su ejemplo y para no claudicar ante la desgracia y el sin sentido de acciones como esta. En todos los que fueron cercanos a su corazón, se aloja ya una dulce melancolía que acompañará sus vidas cada vez que encuentren la sonrisa de Christopher dispersa entre los colores y las caprichosas formas de las orquídeas.

Pero es importante concluir señalando que en el espíritu de nuestra comunidad hay también una infinita indignación. La mesa Directiva y los ex-presidentes de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, pagaron una inserción para poder decirle al país a través de la prensa: ¡ya basta! ***“No permitamos que nos roben la esperanza de poner el saber al servicio de todos. La comunidad científica relacionada con la Biotecnología, agremiada en su mayoría en esta asociación, se une al reclamo de las muchas voces de la sociedad mexicana que se han levantado y esperan que se detengan tantos agravios criminales que se sufren en nuestro país”.***

Los miembros de la comunidad científica agrupados en la Academia de Ciencia de Morelos, nos unimos a este reclamo y a las numerosas voces que en este país buscan poner un freno a la impunidad y a la violencia. Estamos comprometidos en la construcción de una sociedad donde prevalezca la verdad y la justicia, una sociedad basada en valores y conocimiento, trabajando cotidianamente con lo más noble de nuestra sociedad: su juventud. Nos solidarizamos también con nuestros colegas de la UAM Iztapalapa y les enviamos un fraternal abrazo. El espíritu de Christopher Augur contribuirá sin duda a darnos ánimo en esta tarea y permanecerá entre nosotros en esa su “Casa Abierta al

Por fortuna existió Jesús Caballero

(un intercambio epistolar sobre microbios, interés de un joven y la generosidad de un científico)

Jesús Caballero Mellado†

Centro de Ciencias Genómicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos. A.C.

Kevin Pedroza

Alumno del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) No. 76, Cuautla, Morelos



Jesús Caballero Mellado (1953-2010)

El sábado 16 de octubre de este año (2010), un infarto le quitó la vida al Dr. Jesús Caballero Mellado, miembro de la Academia de Ciencias de Morelos (ACMor), quien era investigador del Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM en Cuernavaca, Morelos. El Dr. Caballero escribió recientemente dos artículos para esta sección. Uno de ellos se titula “Por fortuna existen los Microbios” (ver: http://www.acmor.org.mx/descargas/10_ago_09_microbios.pdf) y el otro tiene por título “Microbios que nutren a las plantas (Biofertilizantes)” (ver: http://www.acmor.org.mx/descargas/10_sep_13_microbios.pdf). Estos artículos generaron un enorme interés entre los lectores de “La Unión”, en particular entre estudiantes de un Bachillerato Tecnológico de la Ciudad de Cuautla, Morelos. El Dr. Caballero recibió decenas de comentarios a sus artículos y respondió a muchos de ellos. Un mensaje, del joven Kevin Pedroza, llamó particularmente la atención del Dr. Caballero, quien consideró ese mensaje como “un garbanzo de a libra”. El Comité Editorial de la ACMor decidió publicar este intercambio epistolar entre un estudiante de bachillerato y un destacado científico, comprometido no sólo con la ciencia, sino con la educación de los jóvenes y con los agricultores que ya están usando los biofertilizantes que el Dr. Caballero desarrolló. Sirva esta publicación para honrar la memoria un científico de primer nivel, de una generosidad enorme.

Martes 31 de agosto del 2010

Estimado Dr. Jesús Caballero-Mellado,

Buenas tardes. Primeramente, permítame enviarle un cordial saludo, al igual que un humilde agradecimiento por tomarse un poco de su tiempo para leer el presente comentario.

Mi nombre es Kevin Pedroza y estudio en el CBTis # 76 de Cuautla, Morelos. Curso el 3er semestre en la especialidad de Técnico en Contabilidad y entre mis asignaturas se halla la de Biología I, la cual es impartida de manera excepcional por el biólogo David Martínez Carranza.

Debo decirle que su artículo “Por fortuna existen los microbios” me ha dejado asombrado, pues



La bacteria *Burkholderia unamae*, que descubrió e identificó el grupo del Dr. Caballero y que nombró en honor de la UNAM.

contiene un sinfín de información que realmente desconocía e incluso ni siquiera imaginaba; y es que como bien usted lo dice “existe la idea generalizada entre las personas, de que TODOS los microbios son perjudiciales, que son los responsables de muchas enfermedades del hombre, de los animales y de las plantas, e incluso muchas veces las responsables de su muerte.”; lamentablemente, hace pocos minutos yo me encontraba entre ese grupo de personas que apenas escuchaba la palabra “microbio”, pensaba en falta de higiene, enfermedades infecciosas, vacunas y muerte. Es por ello que al leer su frase “Por fortuna esta idea es equivocada, muy lejos de ser verdad”, me quedé sorprendido y me asaltó la curiosidad por saber realmente ¿qué son y qué hacen los microbios?, pregunta a la cual hoy, gracias a usted puedo responder.

Me parece realmente maravilloso el darme cuenta que en todo lo habido y por haber en la Tierra, están involucrados estos diminutos acompañantes de los seres vivos.

No había pensado tan detenidamente que, cuando se encargan de transformar la materia orgánica,

más concretamente los cuerpos sin vida de los seres humanos, animales y plantas, en realidad nos están haciendo un enorme favor a nosotros, los que aún seguimos “vivos”, de una forma un tanto indirecta, pero no por ello menos importante. Es increíble creer que detrás de los frutos que nos dan los árboles y las plantas, y que nos sirven de alimento para nuestra subsistencia, estén los seres vivos más pequeños que existen; más aún, es increíble el pensar que los desechos orgánicos de los alimentos (cáscaras) y animales (excrementos), que tienen un tamaño considerable a la vista, pueden ser transformados en abono por acción de microbios que son cientos de miles de veces más pequeños que dichos cuerpos orgánicos, tanto, que no se les puede observar sin la ayuda de un microscopio.

Es también inimaginable el calcular que nos faltan por conocer cerca del 98 % de las especies de bacterias existentes. Nunca creí que entre tantas investigaciones y descubrimientos científicos en el campo de los microorganismos, sólo se hubiesen encontrado un 1-3 % de las 10,000 posibles clases.

Sin embargo, una vez que lo vemos desde la perspectiva que su artículo propone, lo anterior deja de ser imposible, pues el hecho de que su tamaño promedio sea apenas una milésima parte de un milímetro (que es una medida infinitamente pequeña en comparación con su función en la Tierra) hace que su descubrimiento e investigación, sean realmente desafiantes. Creo que aún falta por descubrir y comprender mucho más de los microbios; hay mucho que aprovechar de ellos, pues hablamos de los responsables de la existencia de vida en nuestro planeta, simplemente extraordinario.

Espero que investigaciones futuras revelen grandes ventajas para nosotros con su existencia, y de ser así, ojalá nos lo hagan saber pronto. Mientras eso pasa, me gustaría pedirle un grande favor; en el transcurso de la lectura del texto, las preguntas que a continuación aparecen me vinieron a la mente, y me agradaría



Burkholderia unamae sp. nov., an N₂-fixing rhizospheric and endophytic species

Jesús Caballero-Mellado, Lourdes Martínez-Aguilar, Guadalupe Paredes-Valdez and Paulina Estrada-de los Santos

Programa de Ecología Molecular y Microbiana, Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 565-A, Cuernavaca, Morelos, México

Correspondence
Jesús Caballero-Mellado
jesuscab@ciifn.unam.mx

It was shown recently that the genus *Burkholderia* is rich in N₂-fixing bacteria that are associated with plants. A group of these diazotrophic isolates with identical or very similar 16S

mucho que un experto como usted me las respondiera:

¿De qué se alimentan, detalladamente, los microbios?, ¿Cuál es su período de vida? y ¿Cuál es la diferencia entre microbios, bacteria y otros conceptos relacionados con seres microscópicos (gérmenes, hongos, etc.)?

Así pues, le reitero mis felicitaciones por su excelente artículo y le doy mis más sinceros agradecimientos por su atención y tiempo, esperando con emoción una pronta respuesta de su parte.

Atentamente,

Kevin Pedroza

Estudiante del CBTis # 76, Cuautla, Morelos.

Jueves 9 de septiembre de 2010

Hola Kevin,

Te agradezco muchísimo tu correo. Te felicito por este correo, excelente en su redacción y comprensión del artículo. Te confieso que en ocasiones me da “flojera” responder a algunos correos, pero en este caso me ha servido de motivación para responderte y dar la razón a mi amigo el Dr. Enrique Galindo (Coordinador del Comité Editorial de la Academia de Ciencias de Morelos) de tomarnos unos minutos para responder a los jóvenes interesados en la ciencia. Además, por convencimiento propio, te comento que es un gusto difundir la ciencia en nuestra sociedad y

leer tu correo me convence de continuar escribiendo con este fin. Aprovecho para invitarte especialmente a que leas un artículo que será publicado el lunes próximo, en *La Unión de Morelos*, sobre una de las tantas actividades de los microorganismos que benefician a nuestra sociedad.

Con respecto a tus preguntas:

¿Cuál es la diferencia entre microbios, bacteria y otros conceptos relacionados con seres microscópicos (gérmenes, hongos, etc.)?

Tanto microbios como microorganismos son sinónimos. Yo utilicé la palabra microbio sólo con fines de llamar la atención de los lectores, pues las personas generalmente los relacionan con el hecho de causar enfermedad y justo lo que quería señalar, era lo indispensable que son estos *bichitos* y que sólo unos pocos causan daño. El término microbio o microorganismo me parece que ya quedó claro al referirlos como seres microscópicos, ¿estás de acuerdo? No obstante, entre los microbios sí hay diferencias, no sólo de tamaño, sino también en su forma, la manera en que se multiplican, y muchas características en su constitución química y biológica. Algunos microbios, como los hongos, tienen núcleo, pero las bacterias no. Hay muchas diferencias entre los microorganismos, pero los hemos clasificado de acuerdo con ciertas características que me llevaría un buen de tiempo explicar. Te anexo un artículo que publicó mi grupo de investigación, en el cual se describen características que se usan para la clasificación de los microorganismos. Te envío este artículo (que está escrito en inglés), porque se trata de una bacteria a la cual le di el nombre de mi institución, la UNAM.

¿Cuál es su período de vida?

El período de vida es muy variable cuando se encuentran en la naturaleza. Imaginate, se encontraron ciertas bacterias en el sarcófago de uno de los faraones egipcios, pero estas bacterias ¡¡¡lograron multiplicarse sin problema cuando se les colocó en un medio de cultivo!!! Estas bacterias tienen una estructura llamada espora, la cual es muy resistente a temperaturas arriba de los 100 grados, a la desecación y otros factores que podrían matar en unos minutos a otros microorganismos (otras bacterias, hongos, virus). En general, la vida de un microorganismo depende del medio en el que se encuentre, pero cuando tiene nutrientes algunas se multiplican en cuestión de minutos. Por ejemplo, una bacteria llamada *Escherichia coli*, que se encuentra en el intestino de todos los animales y de las personas, se puede dividir cada 20 min; una sola célula origina 2, estas 2 dan origen a 4 y así hasta que se acaban los nutrientes o se acumulan compuestos tóxicos, entonces empiezan a morir, pero una parte de la población sobrevive e inicia su multiplicación nuevamente al encontrar condiciones favorables.

¿De qué se alimentan, detalladamente, los microbios?



Biofertilizante desarrollado por el grupo del Dr. Caballero

Varios estudiantes de CBTIS 76,
enviaron comentarios a los trabajos
del Dr. Caballero.



Aunque te parezca increíble, básicamente igual que nosotros. Recuerda que todos los organismos somos “CHON” (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno). Sin embargo, muchos microorganismos pueden usar como nutrientes sales minerales o gases como el bióxido de carbono, el nitrógeno atmosférico y con éstos sintetizar azúcares, aminoácidos y, con éstos, proteínas y ácidos nucleicos, como el ADN y el ARN. Algunos otros microbios necesitan, además de los que menciono, algunos otros compuestos; por ejemplo algún aminoácido que no pueden sintetizar ellos mismos o tal vez alguna vitamina. En general, transforman las sustancias inorgánicas en orgánicas y éstas en inorgánicas nuevamente, y así se forman los ciclos biogeoquímicos que ya comenté en el artículo.

Te reitero mis felicitaciones y te invito a que continúes preparándote y con ese interés por el mundo en el que vives.

Saludos cordiales,
Jesús Caballero

Jueves 9 de septiembre del 2010

Hola nuevamente Dr. Jesús Caballero.

Este correo tiene como único fin el expresarle mis agradecimientos ante su comentario. Créame que aprecio mucho que se haya tomado la molestia de responder a mi anterior correo, ya que estoy consciente de que, como bien lo menciona, muchas veces una persona con tanto trabajo como usted dispone de poco tiempo y ganas de contestar a cada una de estas opiniones.

Y es que no sólo está usted ayudándome en mi evaluación de la materia de Biología I, sino que esto también representa para mí, un gran logro personal, pues el lograr un comentario tan ameno y una opinión tan positiva acerca de mi redacción del comentario y comprensión del artículo, viniendo de una persona de su respetable nivel de estudios y profesión, es realmente increíble.

Su correo me ha generado una gran emoción y animado a seguir con estas actividades con los artículos publicados en *La Unión de Morelos* para poder seguir aprendiendo de mentes tan brillantes como la suya.

Finalmente, para no quitarle su tiempo, quiero comentarle que una compañera de mi salón me había mencionado que usted ya le había respondido su comentario y que había quedado realmente impresionada por su respuesta (pues a diferencia de otros autores de artículos anteriores, usted sí demostró su interés por contestar a nuestra opinión), reacción que se repitió en mí. Quiero realmente felicitarlo por ser tan comprometido con la redacción de estos artículos, así como de los comentarios que de ellos se generan. Es de gran ayuda para nosotros, como estudiantes, este tipo de entrega profesional.

Que tenga usted un excelente fin de semana; le reitero mis felicitaciones y agradecimientos ante su comentario y artículo y por supuesto leeré el artículo del próximo lunes que ya espero con ansias.

Atentamente,
Kevin Pedroza
Alumno del CBTis # 76

El Dr. José de Jesús Caballero Mellado nació en Tampico, Tamaulipas, en 1953. Desde su temprana infancia mostró una gran curiosidad y amor por la naturaleza, presagiando al científico en el que habría de convertirse. Sus intereses se centraron en el mundo microscópico, estudiando la carrera de Químico Bacteriólogo y Parasitólogo en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Su trabajo de graduación, dirigido por la Dra. María Valdés, versó sobre la interacción benéfica de una bacteria, *Azospirillum*, con el maíz, tema que le aportaría grandes éxitos en su vida.

Después de una breve estancia en la Universidad Autónoma de Guerrero, Jesús fundó el Grupo de Investigación en Microbiología del Suelo en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Este grupo de investigación, a la vanguardia en su área en nuestro país, se convirtió en 1991 en el Centro de Investigaciones Microbiológicas. Preocupado por ampliar su formación e incorporar nuevos enfoques a su quehacer en investigación, Jesús estudia el Doctorado en Investigación Biomédica Básica en el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno de la UNAM (actual Centro de Ciencias Genómicas) en Cuernavaca, Morelos. Su trabajo doctoral, realizado con la asesoría de la Dra. Esperanza Martínez Romero, versó sobre la diversidad de una bacteria fijadora de nitrógeno (*Gluconacetobacter diazotrophicus*) que vive en el interior de la caña de azúcar, y su efecto sobre el crecimiento de esta planta.

Para Jesús, el interior de las plantas y el ambiente asociado a ellas, constituyeron nuevos mundos ricos en especies bacterianas. En su trabajo de investigación, descubrió ocho nuevas especies bacterianas en plantas como el maíz, el café, la caña de azúcar, la piña y el plátano. El amor por la institución que le otorgó el doctorado, lo plasmó en el nombre que asignó a una bacteria descubierta por él: *Burkholderia unamae*. Jesús tuvo también la satisfacción de ver la aplicación práctica de su trabajo de investigación, desarrollando un biofertilizante basado en *Azospirillum brasilense*. Este biofertilizante se aplica actualmente en más de 400,000 hectáreas en todo el país, estimulando el crecimiento del maíz, el trigo y el sorgo y contribuyendo al bienestar de nuestra población. El trabajo científico de Jesús se plasma en medio centenar de publicaciones científicas, así como un número muy elevado de conferencias por invitación. Su trabajo es ampliamente conocido y apreciado a nivel mundial. Dentro de los múltiples reconocimientos que recibió durante su carrera científica destacan la Medalla Emiliano Zapata 2008, otorgada por el Gobierno del Estado de Morelos, y el Premio de Investigación en Biotecnología Agrícola AgroBIO 2008.



Jesús era una persona que disfrutaba intensamente el trabajar con jóvenes. Su trato amable, buen humor y sencillez, así como su rara habilidad para hacer simples los temas más complejos lo hicieron un maestro querido y solicitado. La honestidad e intensidad con la que abordaba su trabajo fueron estímulo y guía para los treinta y seis jóvenes que estudiaron bajo su dirección. Su intempestiva muerte, ocurrida el pasado 16 de octubre de 2010, priva a nuestro país y a la comunidad mundial de un gran científico.

Las dotes personales de Jesús, entre las que destacaba ser un conversador sencillo e ingenioso, le permitieron también el ser un gran divulgador científico. Los dos artículos publicados en estas páginas, motivaron un gran número de preguntas por parte de jóvenes lectores. Las respuestas de Jesús nos permiten volver a oír al gran científico y muy querido amigo.

David Romero

Director, Centro de Ciencias Genómicas, UNAM
Campus Morelos y Miembro de la Academia de
Ciencias de Morelos, A.C.

La Computación cumple 50 años en México

Enrique Sucar

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Desde que el hombre inventó los números y empezó a hacer cuentas, nació la necesidad de contar con herramientas para facilitar los cálculos. Pascal y Leibniz, dos destacados científicos, inventaron las primeras máquinas que permitían hacer sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Aunque estas máquinas permiten hacer operaciones aritméticas más rápido, no podían *programarse* para que realicen diferentes operaciones en forma automática, sin la intervención del usuario. La primera máquina calculadora programable, lo que ahora llamamos computadora, fue construida por un científico e inventor inglés, llamado Charles Babbage, en el siglo XIX. Babbage se inspiró en las máquinas para hacer telares del francés Jacquard, que podían configurarse mediante tarjetas

perforadas para tejer diferentes patrones. Construyó dos máquinas, la *Máquina Diferencial* y la *Máquina Analítica*. La Máquina Analítica, el gran invento de Babbage, anticipó a las computadoras modernas.

Dos aspectos impulsaron el surgimiento de las computadoras en el siglo XX: el desarrollo de la electrónica y la necesidad de hacer cálculos cada vez más complejos en aplicaciones militares y científicas. Los elementos electrónicos permitieron construir máquinas mucho más rápidas y confiables. Por otro lado, las guerras mundiales hicieron necesario tener máquinas que pudieran hacer cálculos complejos rápidamente, en particular para calcular las trayectorias de misiles. La primera computadora



La computadora IBM 650, la primera en México.

electrónica, la ENIAC, es construida en la Universidad de Pennsylvania en los Estados Unidos en los 40's. La ENIAC tenía cerca de 18,000 bulbos, 70,000 resistencias, 10,000 capacitores y 6,000 interruptores; medía 30 m de largo, 3 de ancho y uno de fondo. ¡Era la máquina más compleja jamás construida! Mediante la ENIAC se calculaban en minutos las trayectorias de misiles, lo que tomaba días para una persona.

John von Neuman, un genio de origen húngaro, establece la estructura de las computadoras modernas, la cual incluye 3 partes principales: la unidad central de procesamiento, la memoria y los dispositivos de entrada y salida. La unidad central de procesamiento es el corazón de la máquina, donde se realizan las operaciones aritméticas y se decodifican las instrucciones para ejecutar un programa. La memoria es el repositorio donde se almacenan los programas y los datos. Los dispositivos de entrada y salida permiten la comunicación de las personas con la máquina, como lo son en la actualidad el teclado, la pantalla y las impresoras.

Las primeras computadoras electrónicas, como la ENIAC, estaban construidas en base a bulbos, y eran muy grandes, ocupando cuartos enteros. El desarrollo de los transistores, y posteriormente de los circuitos integrados, permitió reducir substancialmente el tamaño y consumo de energía de las computadoras, y por lo tanto, el costo. En los años 50's del siglo pasado inicio la producción en serie de las computadoras y su comercialización, destacando en esa primera época la compañía *International Business Machines* o IBM. Fue a través de la adquisición de una computadora IBM por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1958, que inicia la era de la computación en el País.

Con esa primera máquina, una IBM 650, se inauguró el Centro de Cómputo Electrónico de la UNAM, en el primero piso de la antigua Facultad de Ciencias. La instalación de este primer equipo de cómputo se debió a la conjunción de voluntades de científicos con visión como el doctor Nabor Carrillo, en ese entonces rector de la UNAM, y el doctor Alberto Barajas, coordinador de Investigación Científica, así como del entusiasmo y perseverancia del ingeniero Sergio Beltrán, quien se desempeñó como el primer director del Centro de Cómputo Electrónico. Inicialmente la IBM se utilizó para resolver problemas científicos en física y matemáticas, y posteriormente se corrieron aplicaciones en ingeniería y administrativas.

La instalación de aquella primera computadora significó no sólo el inicio del uso de la computadora

para resolver diversos problemas, sino también el comienzo de la investigación en ciencias de la computación en el país. Las ciencias de la computación abarcan desde el estudio de la organización y arquitectura de las computadoras, los fundamentos teóricos de la programación e información, hasta los estudios empíricos de la adopción de las tecnologías de información.

Durante estos 50 años la computación en México ha transitado por diversas etapas, incluyendo épocas de gran optimismo como aquellos inicios prometedores en los años 60's durante los cuales se consolidaron diversos grupos de investigación y se crearon los primeros programas académicos; y otras devastadoras, como la década de los 80's, en la cual desaparecieron o se redujeron a su mínima expresión los principales grupos de investigación en las universidades.

Actualmente la computación en México sigue siendo un campo relativamente joven, aunque en proceso de consolidación. Hay ya más de 500 doctores en computación en México, con varios grupos importantes en diversas universidades y centros de investigación. Cerca del 10% de la matrícula a nivel licenciatura cursa carreras relacionadas a la computación e informática, y existen múltiples programas de maestría y doctorado en computación en el país. Es innegable la importancia de la computación y tecnologías de información para el desarrollo y competitividad de las naciones, por lo cuál es urgente que México acelere su desarrollo en este campo.

Aprovechando este aniversario se estableció la *Red Mexicana de Investigación y Desarrollo en Informática*, REMIDEC, la cuál incorpora a la mayor parte de los doctores en computación en el país y también mexicanos en el extranjero. Como una de sus primeras acciones, REMIDEC lanzó un *Manifiesto* en el que se sintetiza la visión de la comunidad sobre la importancia que tiene para el país la consolidación de las actividades de investigación y desarrollo en el campo de las ciencias de la computación. Conmemorando este aniversario, recientemente se realizó el congreso 50 años de la computación en México, en el que se hizo una reflexión sobre el estado y perspectivas de la computación en México y el mundo. Para mayor información consultar: <http://turing.iimas.unam.mx/~CongresoComputacion50/>

Es difícil predecir que sucederá en los próximos 50 años en este campo que aún es joven y muy dinámico, pero esperamos que tengamos más que celebrar en el aniversario 100, ¡depende de nosotros!

Inicios del *Internet* en México. Parte I

Gloria Koenigsberger

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Introducción

La primera conexión de México al *Internet* se logró con un enlace satelital entre el *National Center for Atmospheric Research (NCAR)* en la Ciudad de Boulder, Colorado y dos instituciones de educación superior mexicanas: la UNAM y el ITESM. El satélite utilizado fue el Morelos I. Del lado mexicano, la UNAM financió la compra e instalación de sus estaciones terrenas y el ITESM hizo lo propio. Del lado norteamericano, el financiamiento fue otorgado por la *National Science Foundation (NSF)* y por la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. El *Internet* al que nosotros nos conectamos se llamaba NSFNET porque sus nodos principales estaban asociados a los 5 centros de supercomputadoras financiados por la NSF. NCAR era uno de estos nodos. El enlace de la UNAM al *Internet* se inauguró en la primera semana de septiembre de 1989. Poco después, se inauguraron enlaces a los polos de desarrollo científico de la UNAM en Ensenada y Cuernavaca, y al Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir.

Los sucesos que llevaron a conjuntar los esfuerzos de todas estas organizaciones involucran 2 satélites artificiales y una explosión de supernova. En la primera parte de este artículo relataré el papel que jugó un pequeño satélite astronómico llamado IUE. En la segunda y la tercera partes hablaré sobre el predecesor del *Internet*, llamado NSFNET, y describiré porqué la supernova SN1987A aceleró la incorporación de México a las redes mundiales. En las secciones cuarta y quinta de este artículo relataré cómo se llegó a la

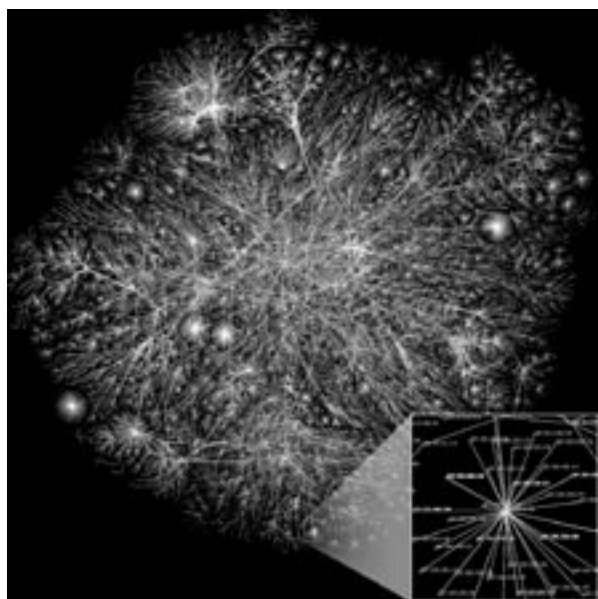


decisión de utilizar el Sistema Nacional de satélites Morelos para el enlace a Boulder, y el proceso que culminó en la firma del acuerdo entre ITESM, NASA, NSF y la UNAM. Finalmente, el artículo concluye con algunos datos sobresalientes de la primera conexión de México al *Internet*.

El Satélite IUE

El *International Ultraviolet Explorer (IUE)* fue puesto en órbita el 26 de enero de 1978 por un cohete tipo Delta. Era un telescopio con espejo primario de 45 cm de diámetro. Comparado con los telescopios “gigantes” de aquella época cuyos espejos medían 4 metros de diámetro o más, el IUE era un telescopio “enano”. Pero sus capacidades superaban las de cualquier telescopio sobre la Tierra: podía observar radiación emitida en las longitudes de onda correspondientes al ultravioleta. La forma mas sencilla de describir la radiación ultravioleta es pensar en el arco iris que se forma cuando la luz del Sol es dispersada por gotitas de humedad en la atmósfera. Los colores que nuestros ojos perciben son diferentes tonalidades del violeta, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo. Si se dibujaran todos estos colores en una columna vertical con el violeta hasta abajo y el rojo en la parte superior, el ultravioleta quedaría por debajo del violeta. Dicho en términos mas técnicos, la longitud de onda del ultravioleta es menor que la de los colores de la región visible del espectro. Las longitudes de onda de ultravioleta no pueden ser detectadas por el ojo humano y tampoco pueden penetrar la atmósfera de la Tierra. Por esta razón es necesario observarlas desde afuera de la atmósfera usando telescopios espaciales.

A diferencia del Sol que emite casi toda su energía en la región visible del espectro (es decir, en los colores del arco iris), hay estrellas mucho mas

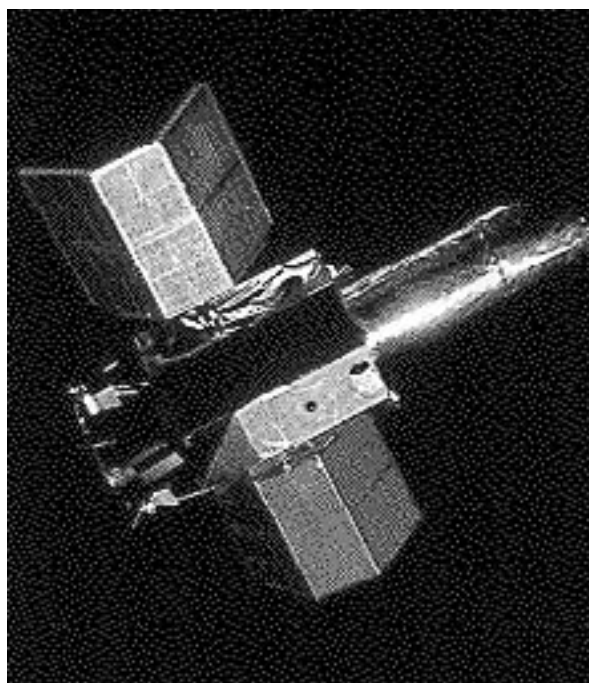


"Mapa" de Internet, Fuente: Wikipedia.

calientes y masivas que emiten casi toda su energía en el ultravioleta. Estas son las estrellas que a mí me interesaba analizar, pues para mi tesis de licenciatura en la UNAM las había comenzado a estudiar usando el telescopio del Observatorio Astronómico Nacional en Tonanzintla. Sin embargo, el IUE era imprescindible para este estudio pues la información que se obtiene de las longitudes de onda del ultravioleta permite conocer datos como, por ejemplo, la velocidad con la cual se eyecta materia de la superficie estelar hacia el medio interestelar.

Las observaciones se efectuaban desde el cuarto de control del IUE ubicado en el primer piso del Edificio 21 de la NASA en el Goddard Space Flight Center, en el Estado de Maryland, EUA. Había un operador del telescopio a quien se le daban las coordenadas del objeto a observar y el se encargaba de preparar los sistemas del telescopio para la observación. Había un segundo controlador en otro edificio, quien se encargaba de la operación del vehículo espacial. Ambos controladores se mantenían en contacto por radio en todo momento. Al concluir cada una de las observaciones, la información se transmitía desde el IUE y era captada por una antena de 18 metros de diámetro en la estación rastreadora en la Isla Wallops, en el Estado de Virginia, EUA. Desde ahí se retransmitía a Goddard, donde se procesaba y se entregaba al observador en una cinta magnética. A unos pocos pasos de cuarto de control del satélite, el IUE contaba con un cuarto de cómputo en donde los usuarios podían analizar las observaciones obtenidas. Para mi tesis doctoral, mi asesor y yo observamos un conjunto de sistemas binarios con el IUE. Y gran parte del trabajo para mi tesis doctoral se hizo en este cuarto, el cual permanecía abierto 24 horas al día, 365 días al año.

Después de mi regreso a México a finales de 1982, seguí usando el IUE, pero solamente podía procesar los datos durante mis visitas a NASA/Goddard; no había manera de procesarlos en México. El software del IUE se distribuía en forma gratuita, pero no estaba escrito para el tipo de computadoras que teníamos en mi Instituto en Ciudad Universitaria. Hay que recordar que a principios de los 1980's México estaba inmerso



El satélite IUE (Fuente: NASA).

en una de las peores crisis económicas de su historia y que los sistemas de cómputo eran muy costosos. También es importante recordar que las diversas marcas de computadoras trabajaban con sistemas operativos distintos, y el software que corría en una marca no necesariamente corría en otra.

Dadas las restricciones presupuestales que limitaban la posibilidad de viajar a EUA y la necesidad de poder analizar mis observaciones obtenidas con el IUE, comencé a buscar la manera de utilizar la computadora del Centro de Análisis de Datos del IUE en Goddard con una conexión desde México. Muchos de mis colegas en EUA utilizaban la red de la NASA llamada *Space Plasma Analysis Network* (SPAN) para conectarse remotamente a la computadora del IUE. Comencé a indagar si habría manera de comunicar alguna computadora en México a SPAN (continúa...).



Cuarto de control del satélite IUE.

Inicios del *Internet* en México. Parte II

Gloria Koenigsberger

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Como se dijo en la parte I del artículo, la primera conexión de México al Internet se logró con un enlace satelital entre el *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) en la Ciudad de Boulder, Colorado y dos instituciones de educación superior mexicanas: la UNAM y el ITESM. El satélite utilizado fue el Morelos I. Del lado mexicano, la UNAM financió la compra e instalación de sus estaciones terrenas y el ITESM hizo lo propio. Del lado norteamericano, el financiamiento fue otorgado por la *National Science Foundation* (NSF) y por la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). El Internet al que nosotros nos conectamos se llamaba NSFNET porque sus nodos principales estaban asociados a los 5 centros de supercómputo financiados por la NSF. NCAR era uno de estos nodos. El enlace de la UNAM al Internet se inauguró en la primera semana de septiembre de 1989. Poco después, se inauguraron enlaces a los polos de desarrollo científico de la UNAM en Ensenada y Cuernavaca, y al Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir.

Los sucesos que llevaron a conjuntar los esfuerzos de todas estas organizaciones involucran a 2 satélites artificiales y una explosión de supernova. En esta segunda parte del artículo hablaremos sobre el predecesor del Internet, llamado NSFNET, y describiremos por qué la supernova SN1987A aceleró la incorporación de México a las redes mundiales.

NSFNET

A finales de 1981, la NASA había comenzado a intercomunicar sus diversos centros espaciales y de investigación con una red llamada *Space Plasma Analysis Network* (SPAN). Esta red utilizaba computadoras marca Digital las cuales se “hablaban” entre sí con el protocolo de comunicaciones DECNET. Esta red fue creada para facilitar la colaboración entre los investigadores que trabajaban en diversos lugares de EUA sobre problemas relacionados con plasmas espaciales. Entre 1981 y finales de 1986, el número de nodos de SPAN creció de los 3 iniciales con los que se inauguró la red, a más de 1200 computadoras ubicadas en EUA, Europa y Canadá, propiciando así las colaboraciones internacionales.

A principios de 1987, el encargado de los sistemas de cómputo en el Observatorio Astronómico Nacional de Kitt Peak en Arizona (KPNO), Steve Grandi, me sugirió consultar con el astrónomo Peter Shames sobre la posibilidad de que pudiéramos tener acceso a SPAN desde México. Peter Shames era el responsable del desarrollo del software que se emplearía para procesar los datos que se obtendrían del Telescopio Espacial Hubble. Pero Shames estaba también

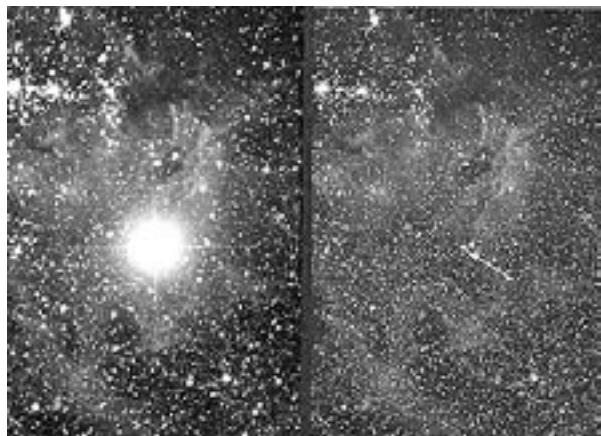
involucrado en las actividades relacionadas con las redes de telecomunicaciones, dado que los usuarios del Telescopio Espacial tendrían acceso remoto a las computadoras del Instituto en Baltimore.

La *National Science Foundation* (NSF) había financiado la puesta en operación de 5 centros de supercómputo distribuidos a lo largo de EUA, así como una red de muy alta velocidad que los interconectaba. A esta “espinas dorsal” de la red, se estaban conectando redes regionales conformadas por universidades y centros de investigación científica. Esta red de redes llevaba el nombre NSFNET, y Peter Shames explicó que esta red funcionaría con un único protocolo de telecomunicaciones, llamado TCP/IP, y que los enlaces previstos tendrían una velocidad mínima de 56 kbps. En respuesta a mi consulta, Peter Shames sugirió que averigüáramos si la UNAM podría enlazarse con alguna universidad norteamericana, ya que a través de ella podríamos entonces acceder al NSFNET. Sin embargo, no existía en nuestro país la infraestructura de telecomunicaciones que permitiera transmitir señales digitales en forma eficiente a ningún lado, mucho menos a una universidad en EUA. Además, estaba prohibido por ley transmitir información codificada por los canales públicos de comunicación. Esta ley había sido aprobada durante la época de la Segunda Guerra Mundial para contender con posibles actividades de espionaje.

Decepcionada por la aparente imposibilidad de implementar una conexión al NSFNET, el día 25 de febrero de 1987 traté sin éxito de comunicarme telefónicamente con Peter Shames. No estaba en su oficina por un suceso inesperado que había surgido: la noche anterior había ocurrido un evento astronómico extraordinario.

Supernova SN1987A

La noche del 24 de febrero de 1987, el astrónomo Ian Shelton estaba revelando la imagen fotográfica que acababa de obtener en el Observatorio de Las Campanas en Chile cuando notó algo extraño al fijar su mirada en la Nube Mayor de Magallanes. Esta es una de las dos pequeñas galaxias satélites de nuestra propia Galaxia, y aunque las calificamos como “pequeñas”, estas galaxias de forma irregular están constituidas por varios cientos de millones de estrellas. Lo que Ian Shelton notó fue una intensa mancha blanca que anteriormente no estaba ahí. Se dirigió inmediatamente al exterior del edificio del telescopio y, mirando al cielo pudo apreciar a plena vista el objeto brillante que había aparecido en su placa fotográfica. La luz de la explosión de la supernova SN1987A había llegado a la Tierra.



La supernova SN1987A (imagen izquierda). La imagen derecha presenta el mismo campo de observación antes de la aparición de la supernova. Fuente: Anglo-Australian Observatory.

Una supernova es el fenómeno que ocurre cuando la vida de una estrella masiva llega a su fin. En menos de un segundo, se colapsa el núcleo de la estrella y sus capas externas son expulsadas violentamente hacia el medio interestelar. Una de las primeras supernovas de las que se tienen registro histórico fue en el año 1054, cuando los Chinos se percataron de la aparición de una nueva estrella que, se dice, llegó a brillar tan intensamente como la luna. Poco tiempo después, este objeto desapareció, y nunca más fue visto hasta que los modernos telescopios encontraron en su lugar una región extendida de gas caliente, hoy en día conocida como la Nebulosa del Cangrejo. Al centro de la Nebulosa del Cangrejo pulsa un objeto de lo más peculiar: tiene una masa parecida a la del Sol, pero su diámetro es de tan solo 10 kilómetros y gira alrededor de su eje 30 veces en cada segundo. Se trata de una estrella de neutrones, el único rastro que quedó de lo que alguna vez fue una estrella masiva.

A pesar de que durante gran parte del Siglo 20 se detectaron muchas supernovas en galaxias muy alejadas de la nuestra, ninguna de ellas se había podido estudiar en detalle por su gran lejanía. Pero el sueño de muchos astrónomos se hizo realidad esa noche de 1987 cuando por primera vez en la historia de la humanidad se pudieron registrar las señales del fenómeno de supernova desde sus primeras etapas y con todo detalle.

La SN1987A es la supernova más cercana al Sol y la primera desde la invención de las placas fotográficas por lo que todos los telescopios con vista al hemisferio Sur se apuntaron a la Nube Mayor de Magallanes para observarla. Los datos obtenidos de las observaciones de cada noche se almacenaban en cintas magnéticas para posteriormente hacerlos llegar a los astrónomos alrededor del mundo. Pero su distribución requería primero bajarlas de los observatorios en las montañas de Chile, y llevarlas a la ciudad de Santiago de Chile, de donde eran enviadas por avión a Norteamérica. Este procedimiento era tardado y poco eficiente, y estimuló una intensa actividad, particularmente en EUA, para enlazar el observatorio de Cerro Tololo al NSFNET. Pero, al igual que en México, la infraestructura de telecomunicaciones en Chile era mínima.

Una semana después del descubrimiento de SN1987A, el 2 de marzo, Peter Shames llamó por teléfono al Instituto de Astronomía de la UNAM y me preguntó: “¿Cuál es la huella del satélite de telecomunicaciones mexicano?”.

Había surgido la idea de utilizar el Sistema de Satélites Morelos para establecer una conexión entre EUA y Chile. En la Parte III de este artículo explicaremos que esto no sería posible, pero habiendo surgido la idea, podría ahora aplicarse a efectuar una conexión entre EUA y México.

Inicios del *Internet* en México. Parte III

Gloria Koenigsberger

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Introducción

La primera conexión de México al Internet se logró con un enlace satelital entre el National Center for Atmospheric Research (NCAR) en la Ciudad de Boulder, Colorado y dos instituciones de educación superior mexicanas: la UNAM y el ITESM. El satélite utilizado fue el Morelos I. Del lado mexicano, la UNAM financió la compra e instalación de sus estaciones terrenas y el ITESM hizo lo propio. Del lado norteamericano, el financiamiento fue otorgado por la *National Science Foundation* (NSF) y por la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). El Internet al que nosotros nos conectamos se llamaba NSFNET porque sus nodos principales estaban asociados a los 5 centros de supercómputo financiados por la NSF. NCAR era uno de estos nodos. El enlace de la UNAM al Internet se inauguró en la primera semana de septiembre de 1989. Poco después, se inauguraron enlaces a los polos de desarrollo científico de la UNAM en Ensenada y Cuernavaca, y al Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir. Los sucesos que llevaron a conjuntar los esfuerzos de todas estas organizaciones involucran 2 satélites artificiales y una explosión de supernova. En esta Tercera parte del artículo hablaremos sobre los satélites de telecomunicaciones mexicanos Morelos y la invitación que recibimos de conectarnos al NSFNET.

Sistema Nacional de satélites Morelos

El Sistema de Satélites Morelos (SSM) fue adquirido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno Federal de México, de la empresa Hughes Aircraft Co. El segmento espacial del SSM constaba de dos satélites con características idénticas, ambos colocados en órbita geoestacionaria a 36 mil kilómetros de la superficie de la Tierra. Cada satélite fue colocado en órbita en 1985 (junio 17 y noviembre 27) utilizando un procedimiento de dos etapas: En la primera, fue elevado por el *Space Transportation System* (STS) (transbordador espacial) de la NASA a una altura aproximada de 250 km en donde el satélite se separó del STS; en la segunda, sus propios motores fueron encendidos para llevarlo a la órbita geosíncrona, donde permanecería por el resto de su vida. El subsistema de comunicaciones de microondas del segmento espacial consistía de una sección de antena de 22 canales repetidores (transpondedores) que operaban en las bandas **C** y **Ku**. La banda **C** se había destinado a la transmisión de canales de televisión en el País. La banda **Ku** se pensaba emplear para llevar el servicio de telefonía a zonas rurales y otras aplicaciones como redes privadas.

Al analizar las opciones para establecer un enlace entre el Observatorio de Cerro Tololo en Chile y la NSFNET, teniendo en mente la solicitud de los astrónomos mexicanos de conectarse a la red de la NASA llamada SPAN, había surgido como posibilidad el utilizar el recientemente lanzado satélite de telecomunicaciones Morelos I. Peter Shames pensó que quizás Morelos I podría ayudar a conducir las señales desde Chile a EUA, con lo cual se lograría enlazar también a México al NSFNET. Sería necesario averiguar cual era la “huella” del SSM, es decir, las regiones geográficas sobre a Tierra por donde sería posible recibir y transmitir señales usando el SSM.

Para responder a la pregunta de Peter Shames, el 6 de marzo fuimos a la Torre de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) el entonces Director del Instituto de Astronomía, Alfonso Serrano, mi colega Elfego Ruiz y yo. Además del enlace a EUA, habíamos estado discutiendo la posibilidad de utilizar la comunicación satelital para interconectar la sede del Instituto en Ensenada y el Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir con Ciudad Universitaria. La visita a la SCT resolvería dudas respecto a la factibilidad de este otro proyecto también. Subimos a la sección de Nuevos Servicios de la SCT, de donde nos enviaron al Noveno Piso, en donde nos entrevistamos con el Ing. Salvador Landeros, Director del Sistema de Satélites Morelos, y el Ing. Jorge López Shunia, subdirector de Ingeniería de Sistemas. La “huella” de los satélites Morelos no llegaba a Chile. Y peor aún, aunque la huella sí



Puesta en órbita del satélite Morelos desde la plataforma del transbordador espacial Discovery (junio, 1985). Fuente: NASA.

abarcaba zonas de EUA cercanas a la frontera con México, se veía difícil implementar un enlace transfronterizo por las restricciones de la ley que le daba a Intelsat los derechos exclusivos de efectuar las comunicaciones satelitales entre distintos países. En resumen, SN1987A nos había mostrado el camino a seguir para lograr la conexión de México al NSFNET, pero habría que contender con una ley internacional que prohibía el uso de los satélites Morelos para transmisiones transfronterizas. Además, habría también que buscar los recursos para financiar la compra de las estaciones terrenas que se requerirían para implementar el enlace.

Invitación de NSF y contacto con NASA

El mismo día que Peter Shames me preguntó sobre la “huella” del satélite Morelos I, me había sugerido contactar a Stephen Wolff, Director del *Division of Networking and Communications Research and Infrastructure* de la NSF. Inmediatamente me comuniqué telefónicamente con el Dr. Wolff y le pregunté si la NSF autorizaría el enlace que estábamos proponiendo. Me respondió que, en su opinión, no habría inconveniente, pero que tendría que checar con otras instancias involucradas en el desarrollo de la red. Como ya mencionamos anteriormente, NSF había financiado la creación de cinco centros de supercómputo en EUA, y para intercomunicarlos



Lanzamiento de un satélite artificial, Fuente: NASA.



Antena parabólica para comunicación satelital, Fuente: Wikipedia.

se había creado la llamada “espinas dorsales”: una red de telecomunicaciones muy rápida basada en los protocolos de comunicación TCP/IP.

La forma mas sencilla de entender lo que es un protocolo de telecomunicaciones es pensar que las computadoras se tienen que “hablar” para poder enviar y recibir mensajes entre ellas. El lenguaje y todas las reglas que se tienen que seguir para que el mensaje se transmita y reciba correctamente constituyen el protocolo de telecomunicaciones. Estos protocolos de comunicación se habían desarrollado para la red experimental de la *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) del Departamento de la Defensa de EUA, y eran del dominio público. Es decir, el software de comunicaciones no pertenecía a nadie, y se distribuía en forma gratuita. Más aún, muchos investigadores en las universidades habían trabajado para ampliar las capacidades del TCP/IP así como de las múltiples aplicaciones que posteriormente se implementarían para el uso del Internet por el público en general. Pero había un gran obstáculo para el crecimiento de la red: las diferentes marcas de computadoras “hablaban” diferentes lenguajes y no se podían conectar computadoras de distintas marcas a una misma red. El software de comunicaciones de cada marca era propiedad de la compañía que la vendía.

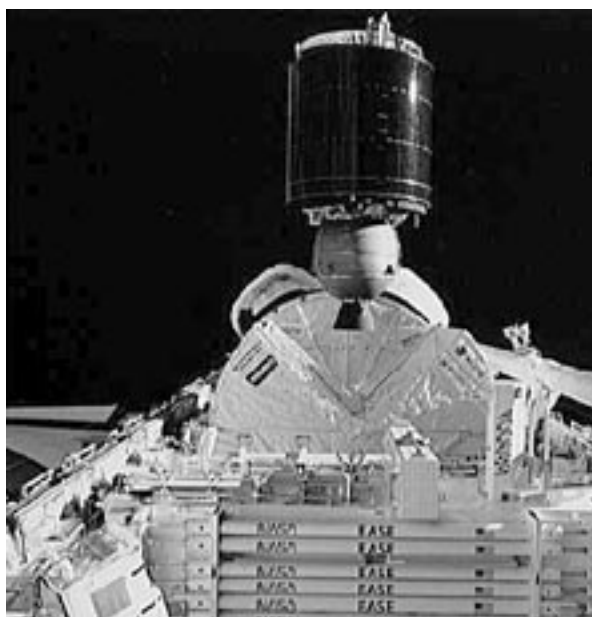
Steve Wolff y otros involucrados en el desarrollo de NSFNET habían logrado, sin embargo, convencer a los proveedores de las distintas marcas de equipo de cómputo de que implementarían el TCP/IP en sus

productos. De esta manera, no habría problema para conectar cualquiera computadora, independientemente de su marca, a la red. Esto fue un enorme logro y probablemente haya sido el factor decisivo que propició el avance tan rápido en las redes de telecomunicaciones hacia finales del Siglo 20.

El 10 de marzo recibí una llamada de Steve Wolff, informándome que México sería bienvenido a conectarse a la NSFNET, siempre y cuando proporcionara su propio equipo y canales de telecomunicaciones y se apegara al uso de los estándares en protocolos de comunicación que la NSFNET había adoptado. Pidió que el Director del Instituto de Astronomía solicitara el acceso a NSFNET en forma oficial. El 24 de agosto Steve Wolff respondió la solicitud formal de Alfonso Serrano con un comunicado cuyo primer párrafo dice: *"The National Science Foundation is pleased to offer the Institute for Astronomy connection to NSFNET in order to expand the exchange of scientific information and facilitate other forms of collaboration among scientists in our two countries"*. (La Fundación Nacional Para la Ciencia se complace en ofrecerle al Instituto de Astronomía conexión al NSFNET con el fin de expandir el intercambio de información científica y facilitar otras formas de colaboración entre científicos de nuestros dos países, Traducción del Editor).

Pero los problemas técnicos seguían sin solución. En particular, había una ley que autorizaba única y exclusivamente al consorcio internacional Intelsat el transmitir señales vía satélite entre distintos países. Es decir, estaba prohibido que las transmisiones de los satélites Morelos salieran de las fronteras mexicanas. Además, sería necesario colocar una estación terrena en territorio norteamericano, y no quedaba claro quien financiaría este equipo.

El 26 de Octubre de 1987 recibí un telefonema de Tony Villaseñor (*Program Manager Space Science Applications, NASA Headquarters, Wash. D.C.*). Aparentemente, Peter Shames le había informado sobre la petición del Instituto de Astronomía de conectarse a SPAN. Tony Villaseñor explicó que la NASA no tenía ningún vínculo directo con la UNAM, en términos



Puesta en órbita del satélite Morelos B, desde la plataforma del transbordador espacial Atlantis (noviembre, 1985). Fuente: NASA.

de convenios de colaboración institucionales, lo cual implicaba un obstáculo para establecer un enlace de computadoras entre la UNAM y la NASA. Sin embargo, nos reiteró que no habría impedimentos legales ni políticos para nuestra incorporación al NSFNET, y esto nos daría lo que estábamos buscando: acceso a las redes de la NASA. Pero más aún, él veía que la conexión al NSFNET le daría a la UNAM el potencial de convertirse en el anfitrión de una red nacional que beneficiaría no solo a los astrónomos, sino también a los miembros de la comunidad de las Ciencias de la Computación y fomentaría un incremento en la actividad en México relacionada con redes de computadora. Me comentó sobre un contacto que había tenido con el CINEVESTAV al respecto.

Las dos últimas cosas que me dijo fueron: 1) la NASA tenía una fuente de financiamiento para apoyar el proyecto, y 2) el contacto oficial para los aspectos técnicos sería Joseph Choy, de la *Scientific Computing Division*, en el *National Center for Atmospheric Research* (NCAR), Boulder.

Inicios del *Internet* en México. Parte IV

Gloria Koenigsberger

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Introducción

La primera conexión de México al Internet se logró con un enlace satelital entre el National Center for Atmospheric Research (NCAR) en la Ciudad de Boulder, Colorado y dos instituciones de educación superior mexicanas: la UNAM y el ITESM. El satélite utilizado fue el Morelos I. Del lado mexicano, la UNAM financió la compra e instalación de sus estaciones terrenas y el ITESM hizo lo propio. Del lado norteamericano, el financiamiento fue otorgado por la National Science Foundation (NSF) y por la National Aeronautics and Space Administration (NASA). El Internet al que nosotros nos conectamos se llamaba NSFNET porque sus nodos principales estaban asociados a los 5 centros de supercómputo financiados por la NSF. NCAR era uno de estos nodos. El enlace de la UNAM al Internet se inauguró en la primera semana de septiembre de 1989. Poco después, se inauguraron enlaces a los polos de desarrollo científico de la UNAM en Ensenada y Cuernavaca, y al Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir. Los sucesos que llevaron a conjuntar los esfuerzos de todas estas organizaciones involucran 2 satélites artificiales y una explosión de supernova.

En la Parte I de este artículo hemos ya hablado del observatorio astronómico en órbita que operó entre 1978 y 1996 llamado *International Ultraviolet Explorer* (IUE) y el papel que jugó para estimular

la búsqueda de un medio de comunicación entre computadoras de la UNAM y de la NASA. En particular, nos llevó a establecer el contacto con Steve Wolff de la *National Science Foundation* (NSF) y Tony Villaseñor de la NASA. La solución propuesta para establecer el enlace fue la de utilizar el satélite de telecomunicaciones Morelos I. Esta idea surge después de la explosión de la supernova SN1987A, ya que se considera la posibilidad de utilizar el satélite mexicano para interconectar a EUA con los observatorios en Chile.

En esta cuarta parte del artículo hablaremos del convenio que se firmó para el ingreso de México al NSFNET.

Convenio entre NSF, NASA, ITESM y UNAM

Joe Choy creció los primeros años de su vida hablando una mezcla del inglés y el chino. La falta de una clara distinción entre los dos idiomas lo llevó a tener muchos problemas cuando ingresó a la escuela primaria, ya que utilizaba indistintamente palabras en inglés y en chino. Es posible que estas primeras experiencias con los problemas del lenguaje lo hayan hecho reconocer a muy temprana edad la importancia de las estructuras y las formas de comunicación, y lo hayan encaminado a ser el experto en sistemas de telecomunicaciones de NCAR, el *National Center for Atmospheric Research*, en Boulder, Colorado.



El National Center for Atmospheric Research (NCAR) en Boulder, Colorado, USA.



Telescopio en el observatorio de Cerro Tololo, Chile (Foto: E. Galindo)

NCAR era uno de los 5 centros de supercómputo que habían sido establecidos por la NSF y unidos por una “espinas dorsal” de la red de telecomunicaciones llamada NSFNET. Además, NCAR era el centro de operaciones de una red de universidades en EUA cuyos enlaces al NSFNET se efectuaban vía satélite. Esta red se llamaba University Satellite Network, (USAN). Debido a que México se enlazaría al NSFNET vía satélite, se había decidido que lo más sensato sería establecer el portal en Boulder, a pesar de que su lejanía de la frontera mexicana implicaría tener que comprar una antena más grande que si se pusiera el portal en, por ejemplo, la Universidad de San Diego. Y se había decidido que Joe Choy sería el representante tanto de la NSF como de la NASA para el proyecto de establecer el enlace entre México y el NSFNET.

Estaba terminando el año de 1987 cuando Joe Choy me habló por teléfono para invitarme a una reunión a efectuarse el 21 de enero de 1988. Me comentó que el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) había manifestado su interés en también conectarse al NSFNET, y que la reunión se llevaría a cabo en su campus de la Ciudad de Monterrey.

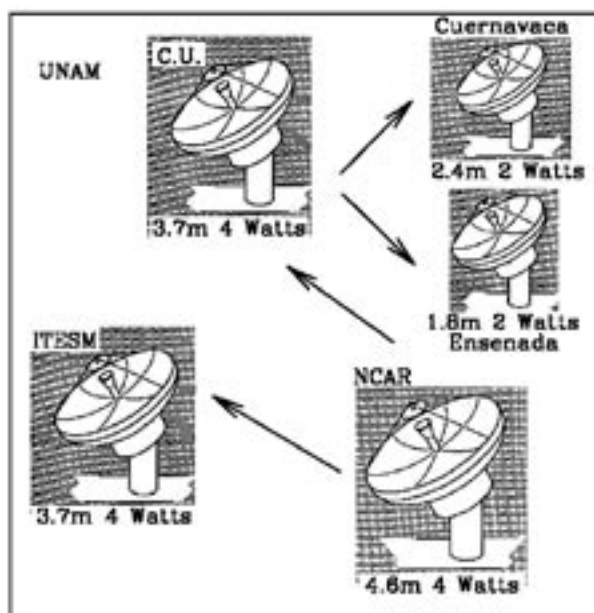
Acababa de inaugurarse la conexión de la UNAM a la red de mensajería electrónica llamada BITNET. Esta conexión se había implementado a través de líneas telefónicas conmutadas al nodo de BITNET en el ITESM, Campus Monterrey y había una estrecha colaboración entre el personal de las dos instituciones ya que la transmisión de datos sufría interrupciones muy frecuentes debido a fallas en las líneas telefónicas. La diferencia entre BITNET y NSFNET era muy grande. Solamente NSFNET tenía

la capacidad técnica de permitir al usuario efectuar una sesión remota en sistemas de cómputo ubicados en otros lugares del planeta. BITNET utilizaba un protocolo de telecomunicaciones mucho más limitado y solamente servía para enviar mensajes. Aun así, esto ya era un logro maravilloso en aquellas épocas.

En la Reunión de Monterrey se establecieron las bases del acuerdo de colaboración entre las cuatro instituciones, ITESM, NASA, NSF y UNAM, para la operación del enlace de México al NSFNET. Los puntos centrales de este acuerdo fueron los siguientes:

- Se emplearía el Sistema Nacional de Satélites Morelos.
- La configuración inicial de la red consistiría de un nodo central en Boulder y dos estaciones remotas, una en Ciudad Universitaria y la otra en el ITESM, campus Estado de México.
- Los gastos de la compra, instalación y mantenimiento del equipo correría por cuenta de cada una de las instituciones involucradas. Es decir, NSF y NASA financiarían el equipo en Boulder, y el ITESM y la UNAM harían lo correspondiente para el equipo en México.
- Los propósitos de los enlaces serían exclusivamente académicos. Todo tráfico comercial estaba prohibido.

El ITESM y la UNAM se comprometerían a no negarle el acceso al enlace internacional a ninguna institución educativa o de investigación que tuviese los medios para conectarse ya sea a la UNAM o al ITESM.



Inicios del *Internet* en México. Parte V

Gloria Koenigsberger

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Introducción

La primera conexión de México al Internet se logró con un enlace satelital entre el *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) en la Ciudad de Boulder, Colorado y dos instituciones de educación superior mexicanas: la UNAM y el ITESM. El satélite utilizado fue el Morelos I. Del lado mexicano, la UNAM financió la compra e instalación de sus estaciones terrenas y el ITESM hizo lo propio. Del lado norteamericano, el financiamiento fue otorgado por la *National Science Foundation* (NSF) y por la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). El Internet al que nosotros nos conectamos se llamaba NSFNET porque sus nodos principales estaban asociados a los 5 centros de supercómputo financiados por la NSF. NCAR era uno de estos nodos. El enlace de la UNAM al Internet se inauguró en la primera semana de septiembre de 1989. Poco después, se inauguraron enlaces a los polos de desarrollo científico de la UNAM en Ensenada y Cuernavaca, y al Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir.

Los sucesos que llevaron a conjuntar los esfuerzos de todas estas organizaciones involucran 2 satélites artificiales y una explosión de supernova. El primer satélite del que hemos hablado ya en la primera parte de este artículo, es un observatorio astronómico en órbita que operó entre 1978 y 1996 llamado *International Ultraviolet Explorer* (IUE). El buscar la forma de poder analizar observaciones del IUE mediante una conexión entre computadoras entre México y EUA nos llevó a establecer el contacto con Steve Wolff de la *National Science Foundation* (NSF) y Tony Villaseñor de la NASA. La solución propuesta fue utilizar el satélite de telecomunicaciones Morelos I para el enlace. Esta idea surge después de la explosión de la supernova SN1987A, ya que se considera la



Instrumentación de uno de los telescopios del observatorio de Cerro Tololo, Chile (Foto: E. Galindo).

posibilidad de utilizar el satélite mexicano para interconectar a EUA con los observatorios en Chile. El responsable de llevar a cabo el proyecto en EUA era el Dr. Joseph Choy, de la División de Computo Científico en el *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) en la Ciudad de Boulder. En una reunión llevada a cabo en Monterrey el 21 de enero de 1988 se fijaron las bases de un acuerdo de colaboración entre el ITESM, la NASA, la NSF y la UNAM para establecer el enlace satelital entre México y EUA. En esta Quinta y última parte del artículo resumimos algunos datos y eventos interesantes relacionados con este proyecto.

Inicia la era del Internet en México

La inauguración oficial del enlace satelital entre México y Boulder se dio durante la primera semana de septiembre de 1989 en el Auditorio del Instituto de Astronomía, en la UNAM-Ciudad Universitaria. El acto fue presidido por el Rector José Sarukhán, con la presencia de su equipo de trabajo, incluyendo al actual Rector José Narro, y los Drs. Juan Ramón de la Fuente, Tomás Garza y Víctor Guerra. Representando a la NASA y el NSF, estaba el Dr. Joe Choy. Se habían instalado las antenas en abril de 1989 y los contratos con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la asignación de las frecuencias del satélite Morelos I se habían firmado hacia finales de julio. Sin embargo, múltiples trabas administrativas habían



Observatorio Astronómico de Cerro Tololo, Chile (Foto: E. Galindo)

retrasado la puesta en operación del enlace a NCAR. La UNAM comenzó a utilizar el enlace rutinariamente tan pronto se puso en operación. Investigadores del Instituto de Astronomía comenzaron a correr programas de hidrodinámica en una supercomputadora en Alemania; otros a analizar sus observaciones del radiotelescopio VLA (*Very Large Array*) y a efectuar cálculos de estructura atómica en computadoras de la Universidad de Harvard. Y yo (finalmente!) pude analizar observaciones espectroscópicas obtenidas con el satélite IUE desde 1986 en la computadora de la NASA en *Goddard Space Flight Center*.

Cabe aclarar que en ocasiones se dice que la primera conexión de México al Internet fue en 1987, al establecerse la red BITNET en nuestro país. Sin embargo, el BITNET no era mas que un servicio de mensajería electrónico y no permitía accesos remotos de una computadora a otra. El término Internet lleva implícito el uso de los protocolos de comunicación TCP/IP. De acuerdo a la definición establecida el 24 de octubre de 1995 por el *Federal Networking Council* después de una consulta a miembros de las comunidades involucradas en el desarrollo del Internet y a las instancias relacionadas con los derechos de propiedad intelectual, solo aquellas redes de telecomunicaciones basadas en el TCP/IP se consideran parte del Internet. El BITNET usaba otro tipo de protocolos.

Un hecho interesante es que el enlace de México a Boulder contribuyó a romper el monopolio que tenía la empresa Intelsat en el ámbito de las telecomunicaciones vía satélite. Cuando fue lanzado al espacio el Sistema Nacional de Satélites Morelos, su uso estaba limitado al territorio mexicano por ley internacional, ya que solamente los satélites de Intelsat podían ser empleados para comunicaciones entre distintos países. Nosotros logramos salir del marco de esta ley, sin violarla abiertamente, debido a que el uso del enlace entre México y Boulder se había planteado exclusivamente para la investigación científica y otros usos de índole académica. Estaba estrictamente prohibido el uso del enlace para propósitos comerciales. Creo que el Morelos I fue el segundo satélite en romper el monopolio de Intelsat, después del PanAmSat que fue utilizado para conectar las oficinas del Observatorio Astronómico de Cerro Tololo en Chile al Internet.

La Era del Internet llegó a México en 1989. De acuerdo a los datos registrados en <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>, solo los siguientes países estaban conectados al NSFNET/Internet al finalizar ese año: Australia, Alemania, Canadá, Dinamarca, EUA, Finlandia, Francia, Islandia, Israel, Italia, Japón, Holanda, México, Noruega, Nueva Zelanda, Puerto Rico, Reino Unido y Suecia. Éramos el único país del llamado Tercer Mundo que había dado un primer paso para ingresar al Primer Mundo en materia de las telecomunicaciones digitales. Sin embargo, el segundo paso requeriría de una modernización de



Observatorio Astronómico de Cerro Tololo, Chile (Foto: E. Galindo)

la infraestructura de comunicaciones del país. Sin ésta, las conexiones al Internet de la mayoría de instituciones educativas en México estarían supeditadas a contar con los recursos para adquirir estaciones terrenas (con costos de alrededor de 60,000 USD cada una) u otros medios igualmente costosos. Dentro de la misma UNAM, la mayoría de sus dependencias tuvo que esperar un par de años a que se implementara la red de fibra óptica y microondas dentro de Ciudad Universitaria. El avance fue lento, y lamentablemente, nunca se pudo establecer una Red académica Nacional análoga a la NSFNET en EUA.

La idea de compartir computadoras a través de una red había surgido ya en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS) de la UNAM hacia finales de 1976. El grupo involucrado (R. Segovia, G. Sidhu, C. Loyo, H. Pinzon, A. Olvera, D. Alcaraz, L. Mochan, A. Wiecherf, A. Siperstein, entre otros) tenía en mente desarrollar la infraestructura de investigación que permitiera al IIMAS ser una fuente de expertos en el tema, así como participar en la implantación de redes de computadoras en el País. A pesar de haber efectuado varios experimentos exitosos en los cuales lograron intercomunicar dos computadoras, el desarrollo del grupo no prosperó y el proyecto dejó de existir.

Finalmente, es importante señalar que nuestro ingreso al NSFNET cumplió con el objetivo inicialmente planteado de permitirle a la comunidad científica nacional una participación más amplia a nivel internacional. Poco después de la inauguración del enlace a Boulder, el Observatorio Astronómico Nacional y la Red Sismológica Nacional se incorporaron al flujo mundial de información sobre fenómenos astronómicos y geofísicos, y los científicos mexicanos pudimos finalmente interactuar en forma ágil y eficiente con nuestros colegas alrededor del mundo. No menos importante fue el impulso que se le dio a la descentralización de la investigación científica, abriendo oportunidades para el crecimiento de nuevos centros en todo el país y fortaleciendo los pequeños núcleos científicos que habían ya nacido en Cuernavaca y Ensenada.

El mejor homenaje a los 150 años de la teoría de la evolución: su vigencia

Gabriel Iturriaga de la Fuente

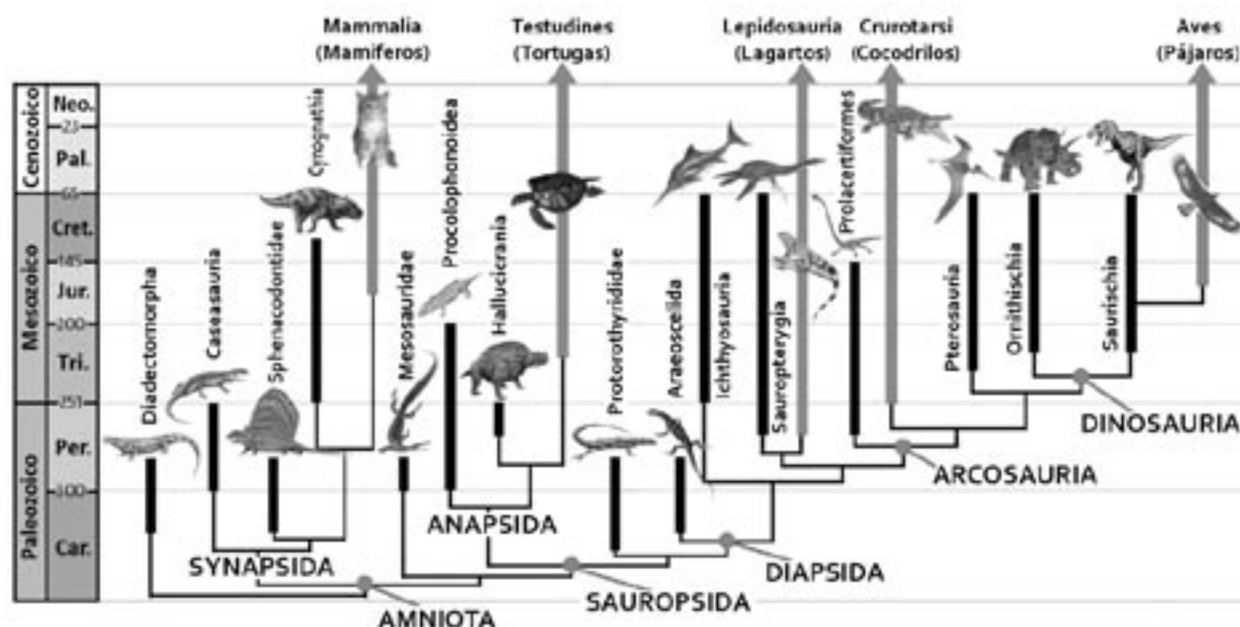
Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C.

Mañana 24 de noviembre de 2009 se cumplen 150 años de la publicación del libro “El Origen de las Especies” de Charles Darwin, cuya primera edición se agotó el primer día de su venta. ¿Por qué este libro es tan importante y por qué la evolución sigue siendo tema de debate en ciertos sectores de la sociedad? Darwin provocó un terremoto conceptual en la historia de la ciencia al igual que Galileo, Newton y Einstein. Una de las implicaciones más importantes es que a partir de la teoría de la evolución podemos explicar cómo se formaron las distintas especies de organismos incluido el ser humano, sin tener que recurrir a explicaciones sobrenaturales. Esto puso “patas para arriba” a la noción que se tuvo durante varios milenios. Antes de Darwin, prevaleció el punto de vista de Aristóteles acerca del origen de los seres vivos. Para este filósofo las especies son inmutables, no han cambiado desde su creación por el “Primer Motor”, una entidad divina que es la base de todo. Este paradigma, como se denomina a las ideas predominantes de una época, y que son aceptadas por todos, o por lo menos por los científicos y pensadores, perduró poco más de dos mil años.

Es importante aclarar que una teoría es un esquema de pensamiento lógico y coherente que se basa en observaciones y en la experimentación, permite hacer

predicciones, y siempre está sujeta a la confrontación con la realidad y por tanto, puede cambiar para adecuarse a nuevas observaciones o descubrimientos. De esta forma, la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica o la tectónica de placas, han servido como base para explicar y predecir fenómenos observables. En el caso de la evolución desde un principio causó revuelo, ya que cuestionaba algo que nos toca muy de cerca: nuestro propio origen. Por milenios nos consideramos el Ser Supremo de la Creación. Darwin era muy consciente del efecto que su teoría iba a provocar, por lo que se encargó durante años de buscar todas las pruebas para demostrar fehacientemente que la evolución es un hecho.

Antes de explicar en más detalle la evolución, hablemos de la vida de Darwin. Nace en 1809, por lo que este año (2009) también se celebra el segundo centenario de su natalicio. Desde niño mostró un inusitado interés en observar y coleccionar insectos. Su padre le convenció de estudiar medicina, sin embargo a los dos años abandona sus estudios en la Universidad de Edimburgo, causando gran molestia familiar. No obstante, decide estudiar teología y lenguas clásicas en la Universidad de Cambridge, en donde paralelamente mantiene el estudio de diversos invertebrados y plantas, y termina por abandonar



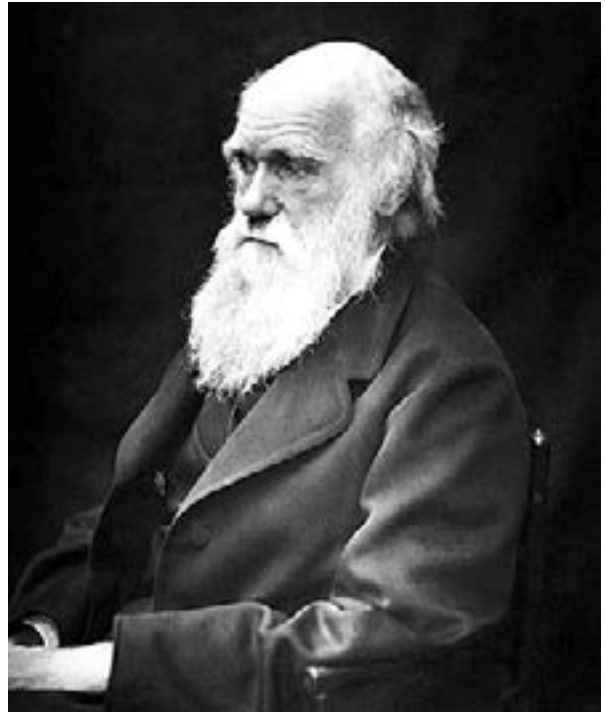
Filogenia de algunos vertebrados. A la izquierda se muestran las eras geológicas (millones de años), subdivididas en períodos, en las que evolucionaron estos animales.

la idea de convertirse en clérigo. A sus 22 años es invitado a emprender un viaje alrededor del mundo, a bordo del “HMS Beagle”, en una expedición cuya principal misión era cartografiar el litoral de Sudamérica. Como naturalista de la expedición, Darwin estaría encargado de la colecta y clasificación de organismos. En 1835 el “Beagle” echó anclas en las Islas Galápagos, donde Darwin encontró especies extrañas de plantas y animales, como tortugas gigantes e iguanas marinas, que no estaban en ningún otro lugar del mundo (especies endémicas). Una de sus observaciones más importantes fue la gran variedad de pinzones que habitaban en las distintas islas. Dependiendo de la isla y su tipo de alimentación, los picos de estas aves presentaban diversas formas y tamaños. La distancia entre las islas no permitía que los pinzones de distintas islas se reprodujeran entre sí. Darwin concluyó que las especies se habían formado paulatinamente, a lo largo de millones de años, como producto de la adaptación a las distintas condiciones ambientales, a la disponibilidad de alimento y al aislamiento reproductivo. A su regreso a Inglaterra, este ejemplo, entre otros, le sirvió como base para explicar el origen de todas las especies de organismos.

Como un soporte fundamental de su teoría, Darwin contaba con los datos del registro fósil que le permitieron observar los cambios que a lo largo de millones de años sufren las especies y cómo se van modificando en otras nuevas. Otros pilares importantes



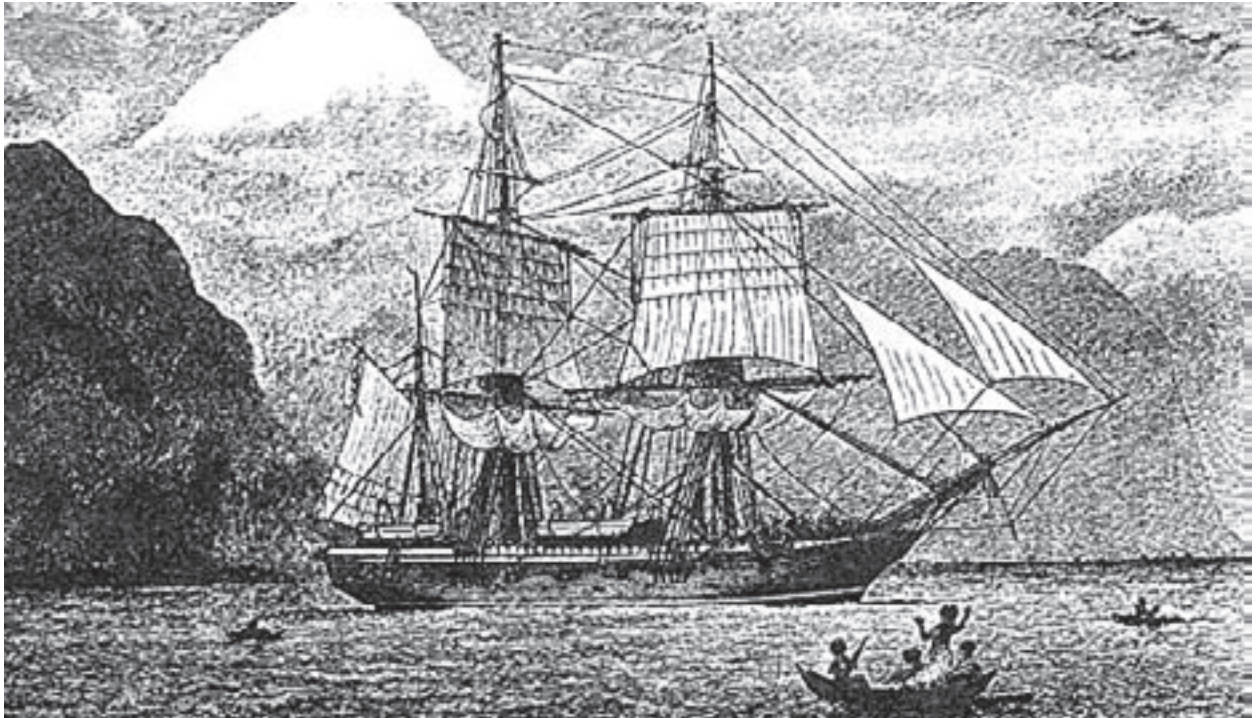
Retrato en acuarela del joven Darwin a los 31 años, realizado por George Richmond hacia 1840.



Charles Darwin en una fotografía tomada por J.M. Cameron en 1869.

de la evolución los encontró Darwin en la embriología, que estudia el desarrollo de los organismos, y en la anatomía comparada. Por ejemplo, los embriones de los vertebrados muestran semejanzas que los hacen casi indistinguibles; y por otro lado, los esqueletos y órganos de los vertebrados adultos comparten muchas similitudes y una organización común. Una prueba importante de la evolución es la presencia de órganos rudimentarios que han perdido su función, tales como el apéndice humano u ojos en animales que habitan en cuevas. Esto es evidencia de adaptaciones a otros entornos, con la consecuente reducción de la importancia de dichos órganos. Finalmente, Darwin apela a la distribución desigual de los organismos en la Tierra como producto del aislamiento reproductivo y por tanto de la separación en especies distintas, como un soporte más de su teoría. La conclusión lógica de todas estas evidencias es que existe un origen común de los seres vivos y que a lo largo del tiempo se han ido modificando formando nuevas especies.

Faltaba en el rompecabezas el mecanismo para la formación de las especies. Darwin se detuvo a estudiar cómo se originan las plantas y animales domesticados. En primer lugar observó que existe una gama de variaciones en forma, tamaño o color entre los individuos de una misma especie, y que entonces, por medio de un proceso de selección artificial obtenemos nuevas variedades o razas. Se debe destacar que el agricultor o el ganadero no pueden inducir los cambios buscados: los cambios suceden al azar, solo se seleccionan. Es decir, se escogen a los individuos que más se acercan a lo que se desea, y se cruzan entre sí, logrando con ello que en la siguiente generación, el rasgo que se busca



El barco "HMS Beagle" cruzando el Estrecho de Magallanes en Abril de 1834.

sea un poco más marcado y más frecuente. Como la ganancia entre una generación y la anterior suele ser pequeña, es necesario repetir el proceso por muchas generaciones. Darwin pensó, que en las poblaciones naturales (al igual que en las domésticas) siempre habrá variación entre los individuos. Además, estas variaciones dan a los individuos ventajas o desventajas (por pequeñas que sean) para sobrevivir y reproducirse en el ambiente en que habitan. Así, las variaciones favorables aparecerán más representadas en la siguiente generación. Darwin comprendió que este proceso en la naturaleza, es análogo al que llevan a cabo los agricultores o ganaderos. Lo llamó "selección natural", y propuso que, dado el suficiente tiempo, la acumulación de variaciones daría origen a nuevas formas, con propiedades adecuadas para explotar nuevos hábitats. El mecanismo de la evolución está basado en un proceso de selección de los individuos más aptos, los cuales sobreviven y se reproducen con mayor éxito, y a lo largo de varias generaciones perduran, mientras que los no adaptados desaparecen. Gradualmente, en millones de años, ésta es la causa de la formación de nuevas especies, y de la acumulación paulatina de adaptaciones que dan lugar a órganos complejos como el cerebro humano. Tuvieron que pasar veinte años después de haber llegado a sus conclusiones para que Darwin publicara "El Origen de las Especies", presionado por la inminente publicación de un trabajo del naturalista británico Alfred Wallace en el que llegaba a idénticas conclusiones, producto de sus investigaciones de la fauna en el Archipiélago Malay.

Darwin observó variación en los individuos de un grupo de organismos de la misma especie, pero

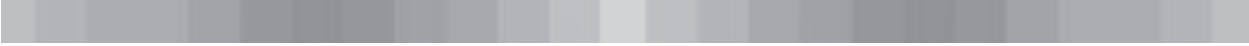
no lo pudo explicar ya que en su época se ignoraba la causa de la herencia. Gracias al trabajo de Gregor Mendel quedó establecido que los genes son la base del proceso hereditario. En la primera mitad del siglo XX, en lo que se llamó "la nueva síntesis" o "neodarwinismo", varios notables científicos se dieron a la tarea de fundamentar la teoría de selección natural en la teoría genética. Se determinó que las distintas formas, colores, y otros atributos físicos que se observan en una población de organismos, se originan como producto de las mutaciones que aparecen al azar en el ADN (ácido desoxirribonucleico) que es el material genético. Las mutaciones se pueden deber a errores durante la duplicación de los genes, a agentes químicos presentes en el medio, o a las radiaciones ultravioleta provenientes del Sol. La selección natural ejerce una presión de la que solo sobreviven los individuos con las variantes genéticas que les permiten adaptarse al medio. Como consecuencia, heredan a su descendencia las nuevas características gobernadas por dichos genes, en proporciones predecibles matemáticamente.

Hoy mas que nunca Darwin sigue vigente, ya que con la secuenciación de una gran cantidad de genomas, entre ellos el del humano, la mosca, el ratón, diversos animales domésticos, varias especies de plantas y un sinfín de bacterias, se ha corroborado que todos los seres vivos tenemos un origen común. El ser humano y su pariente más cercano, el chimpancé, somos idénticos en un 99%. El *Homo sapiens* es una especie más en el concierto del mundo viviente, ciertamente con algunas particularidades biológicas, pero que se pueden explicar con la teoría de la evolución.

Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 23 de noviembre de 2009, p. 34-35 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/09_nov_23_evolucion.pdf



ENERGÍA



Prólogo

Desde siempre, la energía ha sido un factor vital para el desarrollo de la sociedad. Sin embargo, no es sino hasta hace algunas décadas que los temas relacionados con ella han permeado abiertamente la discusión pública. La razón parece ser un reconocimiento de las instituciones gubernamentales, por un lado, y de la sociedad civil, por el otro, de que los actuales esquemas de abasto y producción de energía, y en general el modelo energético seguido por el mundo y por nuestro país en particular, son insostenibles en el largo plazo. El declive de la producción mundial de hidrocarburos y las cada vez más evidentes implicaciones ambientales de una economía basada fundamentalmente en los combustibles fósiles, ha llevado a una reflexión profunda sobre nuestro futuro inmediato y el legado que haremos a las generaciones venideras. Dentro de este contexto, el desarrollo de las fuentes de energía renovables juega sin duda un papel fundamental en la conformación de un modelo sustentable de desarrollo que nos permita satisfacer adecuadamente nuestras necesidades sin comprometer el bienestar de las futuras generaciones y del planeta en general. La comunidad científica mexicana y la morelense en particular, pueden aportar y han aportado mucho en distintos ámbitos encaminados a este fin, tales como la planeación energética, el aprovechamiento de la energía solar y eólica, la búsqueda de nuevas alternativas para la producción y el aprovechamiento de la energía y la optimización de procesos, entre otros, además de la formación de recursos humanos especializados en estos tópicos. Pero esto no es suficiente. La posibilidad futura de establecer una sociedad con un modelo de desarrollo sustentable no sólo radica en fortalecer y ampliar nuestras capacidades científicas y tecnológicas sino que yace indudablemente en la concientización de todos los sectores sociales acerca de los beneficios o riesgos que acarrea el adoptar una determinada opción energética en un contexto definido.

Sólo una sociedad consciente e informada con objetividad puede influir sobre los tomadores de decisiones e impulsar las opciones que mejor se encaminen a la sustentabilidad. Es precisamente en este ámbito donde inciden las contribuciones de esta sección, aportando información y elementos de juicio en aspectos clave de la energía. De esta forma, en dos de las contribuciones se plantea el futuro del sector energía, ofreciendo un panorama del rumbo de este sector en México y el mundo. Así, se hace un recuento de la distribución de los energéticos primarios utilizados tanto a nivel mundial como en México, del papel de la innovación en el sector energía, así como de los principales retos tecnológicos y ambientales a los que nos enfrentamos, particularmente en nuestro país. En otra contribución, se analiza la reforma energética en México y el estado que guarda PEMEX como la principal empresa estatal del sector energético. Las reflexiones destacan, por un lado, el considerable rezago tecnológico que sufre la empresa debido en gran medida a la carencia de inversión en investigación y desarrollo, y por otro, las limitaciones de la reforma energética en cuanto a establecer estrategias para solventar las necesarias inversiones en ciencia y tecnología que transformen a PEMEX en una empresa competitiva. Esta sección cierra con una contribución que discute el papel de los biocombustibles en México y en particular, del etanol como carburante. Se analiza el caso de Brasil y la manera en que el gobierno, los productores y los científicos han contribuido en el éxito del Programa Pro-Alcohol en el país sudamericano. Esperamos que los lectores encuentren información relevante que contribuya a continuar el debate sobre uno de los temas de mayor importancia para la sociedad.

Sergio Cuevas García

El futuro del sector energía (I)

Pablo Mulás

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Director Ejecutivo, Consejo Mundial de Energía, A.C., Capítulo México

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

La energía es necesaria para la existencia de la humanidad; algunos analistas dicen que es la sangre de la sociedad. En la era moderna, los principales sectores que conforman las economías nacionales de nuestro planeta, como el industrial y el transporte, requieren grandes cantidades de energía, la cual proviene de recursos naturales tanto renovables como no-renovables. Es inimaginable un mundo sin las energías comerciales que tenemos a nuestra disposición como la electricidad o la gasolina.

Para entender el comportamiento del sector energético se deben mencionar algunas de sus características más importantes.

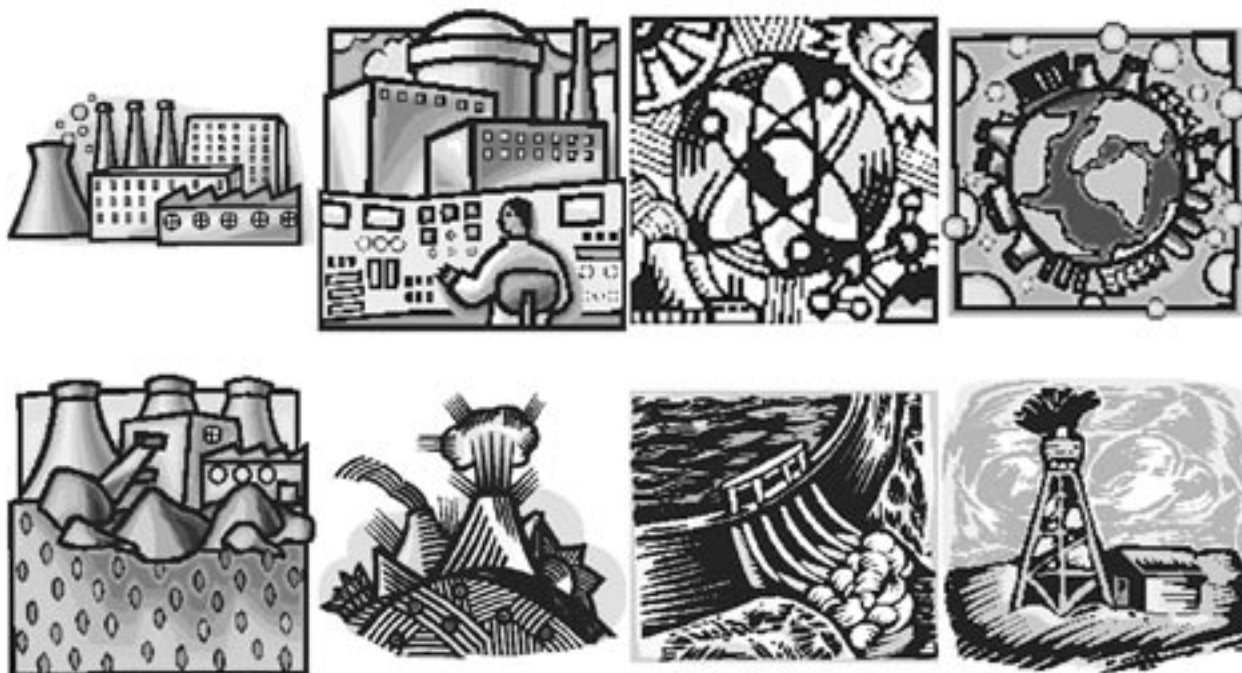
La primera es que el costo de las instalaciones es muy grande, varios miles de millones de pesos; un ejemplo sería la nueva refinería que está en planeación, cuyo costo estimado es del orden de 8 mil millones de dólares. La vida útil de estas instalaciones es en casi todos los casos de varias décadas, usualmente más de 50 años, lo que hace que lo que se construya hoy estará todavía en operación en la segunda parte de este siglo: un ejemplo es la hidroeléctrica de Necaxa, que tiene más de 100 años en operación. Esto hace que el sector energía tenga una gran inercia al cambio y que su dinámica, en muchos de sus aspectos, se relacione con el largo plazo.

Tenemos tres tipos de energéticos: los energéticos primarios, los secundarios y los de uso final. Los

energéticos primarios son aquellos que extraemos de la naturaleza como el petróleo, el gas natural, el Uranio, la hidroenergía, el viento, el sol,...etc. Éstos los transformamos en energéticos secundarios para transportarlos a los centros de consumo; los petrolíferos como la gasolina, el diesel,...etc., la electricidad, y en un futuro el Hidrógeno. Finalmente, en estos centros de consumo, se tienen las energías de uso final; movimiento en el transporte, calor/frío en la industria y en el sector doméstico, iluminación en general, y potencia de equipamiento eléctrico y electrónico.

A nivel mundial, la distribución de los energéticos primarios utilizados es aproximadamente de 35.3% de petróleo, 20.7% de gas natural, 24.8% de carbón mineral, 1.8% de hidroenergía, 6.4% de Uranio, y 11.0% de las nuevas energías renovables (viento, geotermia, biomasa y sol). Como se observa, la dependencia de la economía mundial en los energéticos fósiles, los tres primeros, es altísima. Cabe aclarar que estos energéticos fósiles, al utilizarse a través de sus energéticos secundarios vía la combustión, generan bióxido de carbono.

Hoy en día, la industria de la energía es una industria intensiva en tecnología, por lo que el factor que más impacta en la producción es la innovación científica y tecnológica, en comparación con los factores tradicionales de la producción: tierra, capital y trabajo.



El desarrollo de este sector está fuertemente ligado a la innovación.

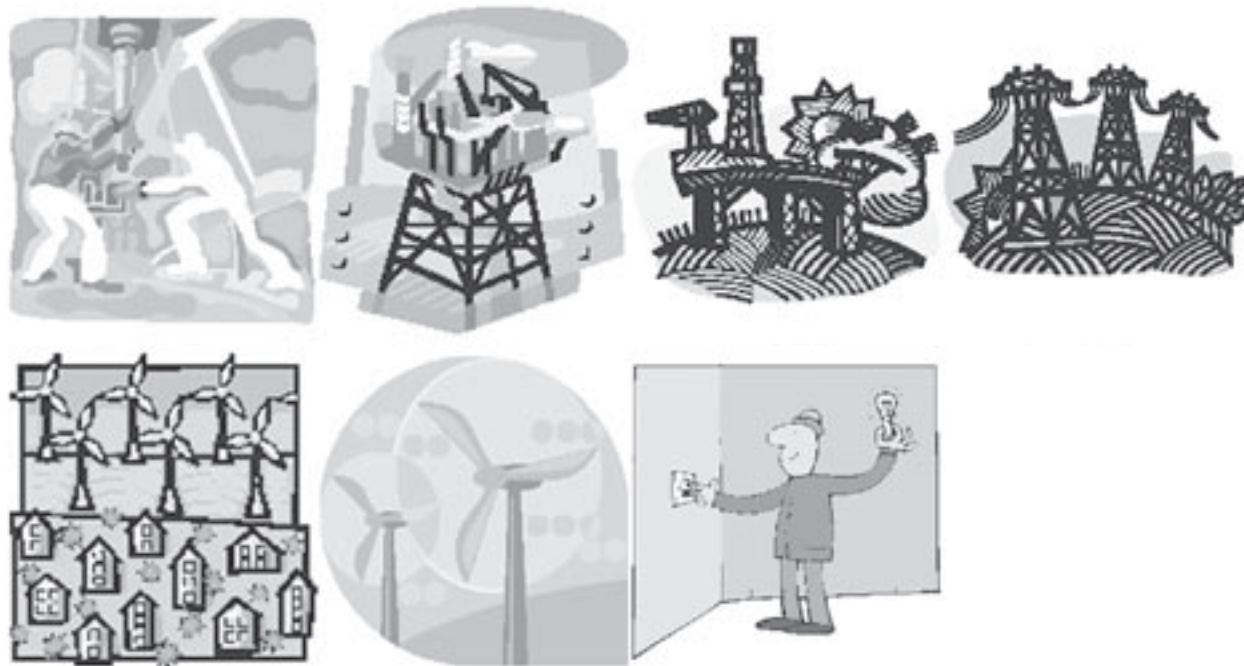
Los principales motores del cambio en los sectores energéticos de las naciones son, en el presente, el cambio climático y la búsqueda de la seguridad energética. El primero tiene que ver con los probables impactos nefastos que acarrearán el calentamiento de la atmósfera terrestre debido al incremento de la concentración de los gases invernadero, principalmente el bióxido de carbono, generados por la actividad de los seres humanos. Éste es un problema de carácter mundial, ya que las emisiones en un país tendrán repercusión en todo el globo terrestre. El acuerdo de Kyoto para reducir estas emisiones y mitigar el efecto de las mismas es el principal resultado de la preocupación internacional.

El segundo tiene que ver con la preocupación de caer en situaciones en las que se presentan desabastos de energía con sus impactos nefastos, o alzas de precios de los energéticos atípicas que distorsionan las economías nacionales. Así vemos como en Europa, en meses recientes, el corte del suministro de gas natural proveniente de Rusia a Ucrania, país por el cual cruzan varios gaseoductos hacia el resto de Europa, ha revivido el interés en la energía nuclear para reducir la dependencia europea en el gas natural ruso.

Es una tendencia ya establecida a nivel mundial, la de transitar hacia un sector energético con menos presencia de los energéticos fósiles, es decir bajo en Carbón. El primer gran esfuerzo es en reducir el consumo de energía a través de incrementar la eficiencia de todos los procesos en los que se usan los energéticos y mejorar la práctica en su uso para reducir el desperdicio. En paralelo, se busca diversificar el sector a energías primarias alternas a las fósiles,

como son la energía nuclear y las energías renovables (geotermia, viento, sol, hidroenergía, biomasa, energías oceánicas, ...etc.). Esta última opción implica una mayor dependencia de la economía en la electricidad ya que, en el presente, las energías renovables y la energía nuclear están orientadas casi en su totalidad a la generación eléctrica. El sector transporte, hoy en día, altamente dependiente de los petrolíferos, está transitando a sistemas de mayor eficiencia – vehículos híbridos – y a la electrificación – vehículos híbridos enchufables y vehículos eléctricos.

Si a principio del sexenio del Presidente de la Madrid, yo les hubiera comunicado que 25 años después – 2008-, en México habría de 2 a 3 veces el número de teléfonos inalámbricos como el que usaba en ese tiempo Dick Tracy, en las caricaturas de los domingos, que los normales fijos, de seguro se habrían reído de mí. Al igual, es altamente probable que en los próximos 25 años veamos innovaciones científicas y tecnológicas que transformarán paulatinamente, pero en forma importante, al sector energético mundial; ejemplos abundan. Las celdas de combustible para usos fijos están relativamente cerca de ser comerciales, con lo que la generación de energía eléctrica en forma distribuida, es decir en cada sitio de consumo, complementará la generación centralizada como la conocemos hoy, reduciendo los requerimientos de transmisión y distribución eléctrica. De ser exitosa la investigación científica y tecnológica orientada a reducir los costos de la transformación de la celulosa a etanol, este energético secundario seguramente penetrará el mercado de los petrolíferos en forma importante. Así, el sector energético avanza en la dirección de mantenerse en una trayectoria hacia la sustentabilidad de nuestro globo terrestre, único habitat en el presente que tenemos disponible.



Este artículo fue publicado en *La Unión de Morelos* el 16 de marzo de 2009, p. 37 y se puede obtener en: http://www.acmor.org.mx/descargas/09_mar_16_energía.jpg

El futuro del sector energía (II)

Pablo Mulás

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Director Ejecutivo, Consejo Mundial de Energía, A.C., Capítulo México

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

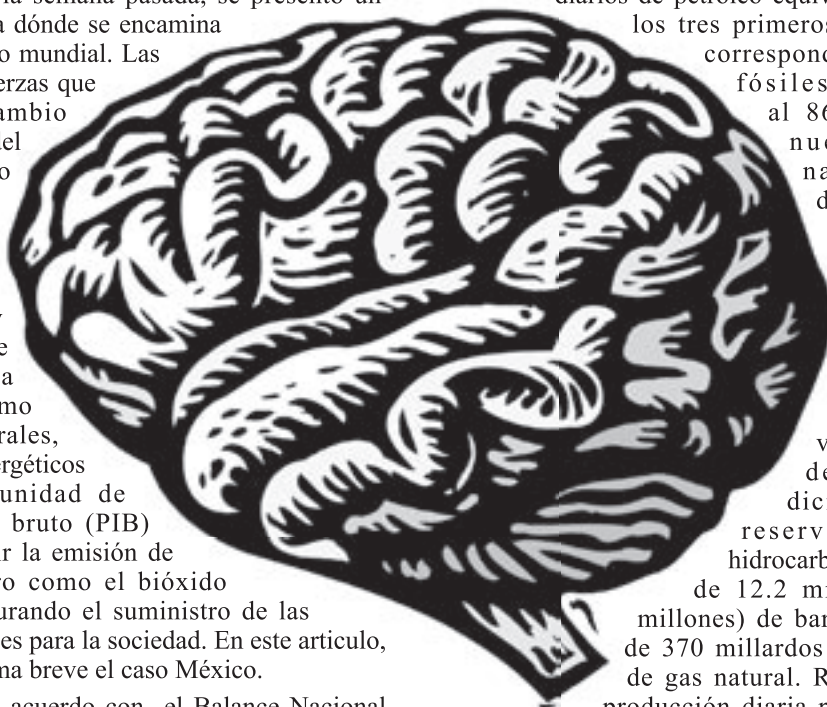
En el artículo de la semana pasada, se presentó un panorama de hacia dónde se encamina el sector energético mundial. Las dos principales fuerzas que empujan este cambio son el fenómeno del cambio climático y la búsqueda de la seguridad energética por los países. La tendencia, hoy en día bastante bien definida, es a reducir el consumo de recursos naturales, en este caso de energéticos primarios, por unidad de producto interno bruto (PIB) generado y reducir la emisión de gases invernadero como el bióxido de carbono, asegurando el suministro de las energías comerciales para la sociedad. En este artículo, analizamos en forma breve el caso México.

En el presente, de acuerdo con el Balance Nacional de Energía del 2007, México utiliza la siguiente distribución de energéticos primarios: 61.96 % de petróleo, 22.75 % de gas natural, 2.27 % de carbón mineral, 2.40 % de hidroenergía, 1.02 % de energía nuclear, 3.10 % de biomasa, 0.66 % de geotermia, y 0.02 % de energía eólica. El total de los energéticos primarios utilizados por México, incluyendo las exportaciones, es del orden de 5.3 millones de barriles

diarios de petróleo equivalente. Si sumamos los tres primeros, que son los que corresponden a las energías fósiles, corresponden al 86.98 %; es decir, nuestra economía nacional depende predominantemente de los hidrocarburos que generan gases invernadero, ya que el carbón mineral contribuye muy poco.

Desde el punto de vista de seguridad de suministro, a diciembre 2007, las reservas probadas de hidrocarburos eran del orden de 12.2 millardos (miles de millones) de barriles de petróleo y de 370 millardos de metros cúbicos de gas natural. Respectivamente, la producción diaria promedio en el año fue de casi 3.5 millones de barriles y de 126 millones de metros cúbicos. Es decir, si mantenemos la producción al nivel actual y no se descubre ni un barril de petróleo ni un metro cúbico de gas adicional, en 9.6 años se acaba nuestro petróleo y en 8 años se acaba nuestro gas natural. Esto es inverosímil, ya que menos del 20 al 25 % de las cuencas sedimentarias, que son donde se pueden encontrar hidrocarburos, han sido exploradas. Los problemas estructurales que tenemos son la falta de capacidad de refinación, la cual está forzando a PEMEX a importar aproximadamente el 40 % de la gasolina que consumimos, y la falta de producción de gas natural, por lo que se importa aproximadamente el 15 %; estas importaciones crean vulnerabilidades al sistema energético nacional aunque tengan bajas probabilidades de concretarse.

Es probable que antes de que se nos acaben los hidrocarburos, su utilización se desvanecerá por otras razones, como son el cambio climático y nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología: probablemente, primero se nos acabará la atmósfera debido al cambio climático, que las reservas de energéticos fósiles. Acordémonos que la edad de piedra no terminó porque se acabaron las piedras, sino porque el ingenio del ser humano desarrolló nuevos productos y procesos que lo hacían más productivo y facilitaban su quehacer.



Como ya se mencionó anteriormente, el sector energético es un sector cuya dinámica tiene una gran dependencia sobre el largo plazo. Es necesario desarrollar una visión a más de 30 años con diferentes escenarios que nos orienten hacia donde vamos. En 2005, hicimos una visión muy burda de lo que podría ser el sector en 2030. El escenario con un crecimiento sostenido del Producto Interno Bruto del 4.5 % anual, arroja que la energía primaria total requerida en ese año se duplica y la energía eléctrica más que se triplica en relación a la cantidad actual. En un promedio aproximado de los diferentes escenarios, los factores de incremento observados, en las cantidades de energéticos primarios con respecto a la canasta actual, son substanciales: 1.6 para el petróleo, 2.1 para el gas natural, 3.0 para el carbón mineral considerando nuevas tecnologías que capturan y secuestran el bióxido de carbón, 6.3 para la energía nuclear, 4.7 para la hidroenergía convencional, 3.8 para la geotermia y fuertes incrementos para las otras energías renovables. La pregunta que nos hacemos es si existe la capacidad industrial y los recursos financieros, humanos,...etc. para llevar a cabo esta expansión.

Como ya se mencionó en la nota anterior, hoy en día el desarrollo científico y tecnológico es el principal factor de la producción en este sector. A principios de los 70s, la CFE compró dos unidades de ciclo combinado (turbinas de gas y vapor en "tandem") con una eficiencia del 36 %. Gracias a los avances en la física de estado sólido, se desarrollaron nuevas aleaciones para los álabes de las turbinas de gas que han permitido incrementar la temperatura de operación de 800° C a más de 1,300° C, con el resultado de que los actuales ciclos combinados en el mercado tienen

eficiencias de hasta 60 %. El ahorro de combustible es espectacular. Hace 30 o 40 años, la recuperación de petróleo en un yacimiento (es decir, porcentaje que se puede obtener del total) era del orden de 30 a 40 %. Hoy en día, gracias a los desarrollos en la ingeniería de yacimientos así como en las técnicas de perforación y producción de los mismos, esta recuperación se ha incrementado hasta el rango de 50 – 60 %: para el yacimiento de Cantarell se espera llegue al 51 %. El Sr. Jumah, Director General de la empresa petrolera ARAMCO de Arabia Saudita, la que más petróleo produce a nivel mundial, estima que cada aumento del 1 % en la recuperación promedio mundial, significa un aumento en las reservas de aproximadamente 80 mil millones de barriles de petróleo; en el presente la producción mundial es del orden de 88 millones de barriles por día.

Esto me lleva a la siguiente reflexión. El siglo XXI será el siglo del conocimiento; consideración ya aceptada por la gran mayoría de líderes a nivel mundial. Los países que generen y utilicen sabiamente el conocimiento para el bien de sus sociedades serán los líderes. Ya es hora de cambiar de paradigma en nuestro país. Si bien el petróleo es muy útil para nuestra economía, el verdadero tesoro de México es un recurso natural renovable de solo 160,000 toneladas, el cual tiene un impacto potencial órdenes de magnitud mayor que cualquier otro recurso natural, incluyendo el petróleo. Este recurso es la materia gris en los cráneos de los 105 millones de mexicanos; si su desarrollo se realiza con excelencia, estoy seguro de que no tendremos ningún problema para resolver los problemas y los retos del futuro.



La reforma energética y sus relaciones con la ciencia y la tecnología

Gustavo Viniegra González

Profesor Distinguido, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

Enrique Galindo Fentanes

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos

Miembro y Presidente 2007-2008 de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

La Presidencia de la República ha introducido una iniciativa de ley que pretende reformar el régimen jurídico de PEMEX, para facilitar la contratación y el concesionamiento de servicios e instalaciones, con especial interés en la exploración y explotación de yacimientos petroleros de mares profundos y en la refinación y transformación industrial del petróleo en carburantes y petroquímicos. Según la Presidencia de la República, esta reforma permitirá que “los mexicanos aprovechemos la riqueza petrolera con la mejor calidad posible en los procesos productivos y en el uso de tecnologías”. Sin embargo, no ha diagnosticado por qué PEMEX, después de 70 años de su creación, no cuenta con suficiente tecnología para su desarrollo ni cómo va a “competir con empresas

similares en el entorno global” si en el próximo decenio no logra apropiarse de la tecnología necesaria para ese fin. Consideramos que estos dos asuntos son vitales para el futuro de nuestro país y por ello proponemos algunas reflexiones de interés general.

Ahora, mucho más que antes, los que saben hacer bien las cosas tienen mucho más poder que los demás. No es lo mismo aprender a comprar y usar la tecnología que aprender a hacerla. En palabras comunes hay una gran diferencia entre comprar y comer el pescado ajeno que saber pescar y comer el propio. Como ilustración, se puede ver que el mundo está dividido en un 16% de la población que invierte más de 50 dólares por habitante para el desarrollo de



su propia tecnología, con ingresos mayores a 20,000 dólares *per cápita* al año, y el 84% que gasta menos de 10 dólares por habitantes en tecnología industrial y por ello dependen de la compra de la tecnología ajena, con ingresos menores a 10,000 dólares *per cápita* al año. Dicho de otra forma, no es que los países ricos inviertan mucho en ciencia y tecnología porque son ricos, sino que son ricos en buena medida porque han invertido importante y sistemáticamente en ciencia y tecnología.

México ha gastado, por más de 20 años, menos de 4 dólares anuales por habitante en tecnología industrial propia, su ingreso anual *per cápita* es un poco menor de 8,000 dólares y su crecimiento económico promedio *per cápita* ha sido menor al 4% anual durante los últimos veinte años. Por esa razón, la posición económica del país ha venido retrocediendo en forma sostenida. En 2007 llegamos a ser la economía con la posición 15, con un PIB de 840 mil 709 millones de dólares, a pesar de que en el año 2000 ocupábamos el lugar 11 con un PIB de 580 mil 791 millones de dólares. Parafraseando a un novelista inglés, el que se queda parado, empieza a retroceder, porque los demás avanzan a mayor velocidad.

El estancamiento relativo y acentuado de nuestro país se debe a un desarrollo sin tecnología propia porque, cada vez la tecnología ajena cuesta más y los mercados con mayores rendimientos son los que tienen mayor contenido científico en sus productos y servicios. Así, la estrategia sustentada en una mano de obra barata y cierta abundancia de materias primas, como el petróleo, pero sin tecnología interna, ya no es garantía para poder competir en un mundo dominado por la aplicación del conocimiento a la producción. Desafortunadamente esta ha sido la estrategia seguida hasta ahora para el desarrollo de PEMEX, que cada vez depende más de la tecnología importada, lista para usarse, pero sin que pueda asimilarla y transformarla en su propio beneficio. Hemos aprendido a comprar pescado ajeno, cada vez más caro, pero no hemos aprendido a pescar.

Durante los últimos diez años, PEMEX, ha tenido ventas superiores a 60 mil millones de dólares anuales, pero su inversión anual en ciencia y tecnología petrolera, ha sido menor a 50 millones de dólares (0.08% de esas ventas) cuando las empresas internacionales invierten más del 1% de sus ventas.

Esto explica porqué, durante la última década, el Instituto Mexicano del Petróleo sólo pudo registrar en EUA cinco patentes a su nombre y ninguna a nombre de PEMEX. Cuando, en este mismo decenio, la empresa brasileña “Petrobrás” registró 86 patentes. Por ello no debe sorprendernos que “Petrobrás” haya surgido como oferente de tecnología petrolera ante PEMEX. En forma más precisa, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHyCP) adjudicó a PEMEX durante los últimos diez años, cerca de 4 mil millones de pesos (menos de 400 millones de dólares), para el rubro clasificado con el número 38 que corresponde a ciencia y tecnología. Pero, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), tuvo que dedicar más del 80% de su presupuesto, que ha variado entre 3 y 4 mil millones de pesos al año, a los servicios llamados “facturables” con un escaso presupuesto para las investigaciones que generan innovaciones. Esto explica que en el índice bibliográfico más usado (el del Instituto para la Información Científica, “ISI”) aparezca que el IMP sólo contribuyó con el 2.4% de los artículos científicos publicados de 1998 a 2007, por autores mexicanos; a comparación con el 34.5% de la UNAM, el 13.8% del binomio IPN-CINVESTAV y 5.5% de la UAM. Esto a pesar de que más de la mitad del dinero recaudado por la SHyCP provino del petróleo. Según estos datos, para el Ejecutivo Federal, el desarrollo de la ciencia y la tecnología petrolera mexicanas no han tenido la prioridad relativa a su importancia económica, política y social.

Volviendo a la citada reforma energética, en ella no se incluye renglón alguno que indique una estrategia necesaria y obligatoria para que PEMEX dedique inversiones en ciencia y tecnología petroleras, que deberían ser superiores al 1% de las ventas, es decir, más de diez veces superiores a las actuales, para que en forma sostenida y progresiva, la empresa pudiera de verdad ser competitiva y su posición negociadora en la adquisición y uso de la tecnología fuese favorable a los intereses nacionales.

En la presente iniciativa de reforma energética, no sólo se ignoran las causas de nuestra debilidad tecnológica sino que parece, por omisión, conducir a un escenario tecnológico muy desventajoso para nuestro futuro. Esta grave deficiencia debe ser considerada muy seriamente en la actual discusión de la reforma energética.

Etanol carburante, el caso de Brasil y visión de largo plazo

Alfredo Martínez Jiménez

Instituto de Biotecnología, UNAM Campus Morelos
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

Desde hace aproximadamente un año (se escribe esto a principios de 2008) se han suscitado una gran cantidad de noticias en torno a los biocombustibles, principalmente las referentes al empleo del etanol como carburante. Existen opiniones encontradas y exacerbadas; desde aquellas que plantean que los biocombustibles resolverán todos los problemas de abasto de energía, hasta las que indican que éstos traerán pobreza y hambruna extremas en países en desarrollo. Ambas posturas son extremistas e imprecisas. En esta y próximas contribuciones, discutiré el papel de los biocombustibles en México: ciencia y tecnología para su producción, uso, comercialización, impactos sociales y ambientales, etc., con las cuales pretendo que los lectores formen su propio criterio. La mayor parte de la energía que actualmente usamos proviene de combustibles fósiles,

los cuales generan una gran variedad de emisiones, incluyendo bióxido de carbono o CO₂. Este gas se ha acumulado en la atmósfera en cantidades tales que constituye una barrera a la disipación de energía, ocasionando que la temperatura global del planeta se incremente sustancialmente. Los países con mayor consumo de energía, que generan más CO₂, son los “países desarrollados”.

En este contexto, las energías alternas renovables, como la solar, la eólica, la geotérmica, la hidráulica y los biocombustibles, son una alternativa potencial para evitar y posiblemente reducir el incremento de CO₂ en la atmósfera. El caso particular de los biocombustibles requiere de un análisis tanto en el contexto estatal como nacional. En el Estado de Morelos se ha planteado, en varios foros y por diferentes actores de la sociedad, la producción y uso del etanol como



COMBUSTIBLE POTENCIAL Caña de azúcar en el Estado de Morelos.

carburante. Dentro de este contexto, en esta ocasión enfocaré las siguientes líneas a presentar un resumen del éxito de la producción de etanol carburante en Brasil.

Gracias a una “crisis petrolera”, Brasil vivió momentos difíciles para proveerse de energía a precios razonables durante la década de los 70. Brasil no era energéticamente autosuficiente, así que su industria y sistema de transporte dependían fuertemente de la adquisición de combustibles fósiles. Debido a la introducción de los jarabes fructosados, los precios del azúcar habían caído drásticamente. El gobierno de esa época (“una dictadura”), en conjunto con empresarios y científicos decidió lanzar el “Programa Nacional Pro-Alcohol”. Dicho programa pretendía estimular a las industrias cañera-azucarera, de alcohol y automotriz, para producir y usar de forma obligatoria etanol en mezclas con gasolina, y así reducir las importaciones de esta última. En 1975 Brasil produjo alrededor de 600 millones de litros de etanol a un costo de producción tres veces mayor que el de la gasolina. En 2007 produjeron más de 20,000 millones de litros a un precio de venta cuarenta por ciento menor que el de la gasolina.

Durante los primeros 25 años el programa Pro-Alcohol tuvo altibajos, a consecuencia de fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo y del azúcar, además del dilema del público de adquirir un automóvil que funcionara con gasolina o etanol. No obstante, tanto científicos, como empresarios y gobierno decidieron continuar con el programa, apoyándolo a través de subsidios, generando mejores políticas para el uso del biocombustible y realizando mejoras tecnológicas en la producción tanto de caña de azúcar como de etanol. También la ciencia y la tecnología permitieron generar una industria más eficiente, integrando la autosuficiencia energética en los ingenios. Esto es generando energía a partir del bagazo de caña para producir vapor, azúcar, etanol y energía eléctrica, esta última para autoconsumo en la fábrica y con excedentes para comercializarlos. Asimismo se generaron empleos en el campo y en los ingenios. Tanto el gobierno como los empresarios tuvieron visión a largo plazo, los científicos y productores adquirieron el compromiso de realizar mejoras progresivas en los métodos de producción. Además han tenido cuidado en desarrollar una agroindustria amigable con el medio ambiente; reciclando agua, reduciendo emisiones de gases tóxicos, suplementando las vinazas (desechos acuosos con alto contenido de materia orgánica y sales) con fosfatos y amonio para usarlas como fertilizante.



LULA El Presidente de Brasil en un automóvil a combustible flexible.

Según la oficina del Sector Económico y de Promoción Comercial de la Embajada de Brasil en México, a partir del año 2000 la situación económica del proyecto Pro-Alcohol cambio drásticamente. Debido a los constantes incrementos en los costos de los combustibles fósiles, presiones ambientales y la mejora en las eficiencias del proceso, el gobierno brasileño (ahora elegido democráticamente) dejó de subsidiar el programa, por lo que la agroindustria se volvió generadora de ganancias, las cuales ya superaron, tan solo en 6 años, el monto a los subsidios que se otorgaron durante 25 años.

La eficiencia energética es de 10, es decir a lo largo de todo el proceso de producción se suministra 1 unidad de energía fósil y se obtienen 10 de energía renovable contenida en el etanol. Además la producción de etanol a partir de caña permite fijar CO₂ en azúcares y bagazo, los cuales al ser transformados en etanol y energía, a diferencia de los combustibles fósiles, no incrementan la concentración de este gas en la atmósfera, solo se recicla. También, Brasil ahora cuenta con “automóviles de combustible flexible”, los cuales pueden utilizar indistintamente gas, gasolina o etanol. Finalmente, en opinión de varios investigadores internacionales “la caña de azúcar es la materia prima más eficiente para producir etanol”. Quiero recalcar que los siguientes puntos fueron y seguirán siendo clave en este programa: eficiencia, mejoras constantes, cuidado del medio ambiente, generación de empleos y visión a largo plazo. Pero queda la pregunta en el aire: ¿Podemos desarrollar un programa similar al de Brasil en Morelos o México?, es más, ¿podríamos mejorar este programa?

*Este libro se terminó de imprimir el 28 de septiembre de 2011,
en los Talleres de Periódico Diario de Información General Ecos
de Morelos, S.A. de C.V. (La Unión de Morelos) con un tiraje de
1,000 ejemplares, más sobrantes para reposición.*

La Unión
D E M O R E L O S

www.launion.com.mx



ACADEMIA DE CIENCIAS
DE MORELOS, A.C.

www.acmor.org.mx

ISBN: 978-607-95682-0-7

