



contenido

EDITORIAL	3
BASES	4
REPORTES DE INVESTIGACIÓN	
Se desarrollan nuevos materiales para medir radiaciones en la Universidad de Sonora Rodolfo Bernal Hernández y Catalina Cruz Vázquez	5
Movimiento de fluidos: aplicaciones avanzadas en ingeniería (tecnología de punta) Manuel Pérez Tello	10
El alimento vivo en el cultivo del camarón: Investigaciones aplicadas al sector productivo José Antonio López Elías, Noblerta Huerta Aldáz y Fernando Enríquez Ocaña	15
Tuberculosis en México: la necesidad de nuevos enfoques de investigación Gerardo Álvarez Hernández y María del Carmen Candia Plata	21
La pesca de sardina en Sonora, ¿Actividad sostenible? Dora Julia Borbón González	26
La conducta humana en ambientes laborales y la productividad Jaime Alfonso León Duarte y Luis Felipe Romero Dessens	30
Contaminación por arsénico en agua y el uso de las zeolitas naturales Flérida Adriana Mejía Zamudio y Salvador Aguayo Salinas	38
El trauma: causa de muerte e incapacidad Fernando Herrera Fernández	42
Las elecciones y las matemáticas, ¿Democracia justa? Oscar Mario Rodríguez Sánchez	47

DESDE LA ACADEMIA

La tuberculosis y el sistema inmune Adriana Garibay Escobar y Jesús Hernández López	51
Nuevos microscopios de potencia desarrollados en la Unison Javier Armando Durán Favela y Raúl García Llamas	55
Competitividad académica: un reto de las universidades. Cátedra Nacional CUMex de Ingeniería Civil Dagoberto Burgos Flores	59
Proyecto semilla de la investigación: Desarrollo tecnológico en transporte en Sonora Rafael Bórquez Manzo	64

POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Centro de innovación científica y tecnológica del Estado de Sonora Rafael Pacheco Rodríguez y Sandra Mireya Gómez Cuadras	66
Programa estatal de zonas áridas y el cambio climático Osvaldo Landavazo Gracia	73

CTS-EPITEMUS

Física en nuestra vida diaria Emiliano Salinas Covarrubias	75
La obsesión de Salvador Dalí por la ciencia Mónica López Ferrado	78
Los círculos de roca reclinada y los eclipses Raúl Pérez Enríquez	81
Caricatura Eleazar Bórquez Moreno	85



UNIVERSIDAD DE SONORA

Dr. Pedro Ortega Romero
Rector

Dr. Enrique Velásquez Contreras
Secretario General Académico

M.C. Arturo Ojeda de la Cruz
Secretario General Administrativo

Dr. Heriberto Grijalva Monteverde
Vicerrector Unidad Regional Centro

DIRECCIÓN GENERAL

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Directora de la División de Ingeniería

Dr. Rogelio Monreal Saavedra
Director de la División de Ciencias Exactas y
Naturales

Dr. Samuel Galavíz Moreno
Director de la División de Ciencias Biológicas y
de la Salud

DIRECCIÓN EJECUTIVA

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez
M.C. Roberto Jiménez Ornelas
Dr. Marco Antonio Valencia

DISEÑO

Brenda Guerrero Zerón

CORRECCIÓN DE ESTILO

Lic. Hortencia Orozco Estebané
Bufete de Corrección de Estilo del Departamento
de Letras y Lingüística, Unison

IMPRESIÓN

COLOR EXPRESS DE MÉXICO, S.A. de C.V.
12 de octubre No.130
Colonia San Benito
Hermosillo, Sonora, México.

EPISTEMUS

En portada:

"El alma mater de la Universidad de Sonora"
Escultura en cemento vaciado, ubicada en
Centro de las Artes, Unison.
Autor: Lic. Rosendo Tánori
Foto: Rafael Pacheco Rodríguez

©Universidad de Sonora

EPISTEMUS, es una publicación semestral de divulgación, de las divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Ciencias Biológicas y de la Salud, con un tiraje de 1000 ejemplares.

Puede consultar la versión electrónica en la página web de la Universidad de Sonora www.uson.mx, en las divisiones respectivas.

Para envío de correspondencia y comentarios:

Revista Epistemus
Blvd.Luis Encinas y Rosales
Colonia Centro
C.P. 83000
Hermosillo, Sonora, México
Atn. Ing. Rafael Pacheco Rodríguez
pacheco@correom.uson.mx
Teléfono (016622)259-21-57

editorial

La ciencia y la tecnología se han convertido en la parte central de la cultura en los países del primer mundo, por lo que es urgente lograr el desarrollo económico basado en el conocimiento y promover una formación científica de la población. Es aquí donde el esfuerzo editorial de EPISTEMUS cobra sentido, pues representa un espacio en donde los científicos y académicos universitarios exponen sus puntos de vista, sus reflexiones y experiencias en torno a la ciencia y la tecnología y trata de ponerla al alcance de la población.

La experiencia obtenida en la edición del primer número de la revista fue positiva; sabíamos de antemano que es un reto que este tipo de publicaciones de divulgación que pueda ser entendida por los diversos sectores de la sociedad y por el público no especializado. Se imprimieron 1000 ejemplares, esto no es lo difícil, lo más trascendente fue su distribución, para ello se conformó un directorio local, regional, nacional e internacional de los siguientes sectores: instituciones de educación superior del país, centros de investigación, dependencias gubernamentales, sectores privados (empresarios). A nivel local fue aún más extensiva pues se enviaron ejemplares a todos los municipios del estado (para las bibliotecas 72 en total), a cada plantel de nivel bachillerato (100 en total), funcionarios públicos, empresarios, organizaciones de profesionistas, organizaciones sociales, medios de comunicación, etcétera. También se aprovechó la relación que existe entre los académicos e instituciones del extranjero a las que se les hizo llegar ejemplares y así compartir este tipo de experiencias. Por si fuera poco, las Divisiones de Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Biológicas y de la Salud e la de Ingeniería, “subieron” a la página web la edición completa para que pueda ser consultada. Fue grande el esfuerzo pero valió la pena, nuestro agradecimiento a los académicos y a la dirección ejecutiva de la revista.

En este segundo número de la revista se abordan diversos temas, divididos en cuatro grandes áreas, la primera tiene que ver con los proyectos de investigación: nuevos materiales y las radiaciones, el comportamiento de los fluidos en ingeniería, temas sobre la salud, acuacultura, el estrés laboral, la productividad, la contaminación entre otros. En la sección desde la academia, se abordan temas como la competitividad académica y la cátedra universitaria CUMex, la importancia de la capacitación en salud, colaboración entre universidades europeas, etcétera. Con la finalidad de incidir en el establecimiento de políticas en ciencia y tecnología en el Estado, y ya que se está analizando la Ley de Ciencia y Tecnología, se propone la creación de un Centro de Innovación Científica y Tecnológica en el Estado de Sonora con un enfoque integral, participativo, así como promover un programa estatal de las zonas áridas.

Por último, se incluyen las secciones de promoción de los posgrados y servicios; temas de ciencia, tecnología y sociedad, la relación entre ciencia y arte, brevíarios de ciencia, ciencia ficción, entre otros.

Agradecemos sus comentarios y sugerencias.

Comité editorial

La ciencia y la tecnología son consideradas pilares fundamentales sobre los que se sustenta el desarrollo de un país, en la denominada era del conocimiento, es imperativo fortalecer el enlace entre los que generan el conocimiento y los beneficiados de ello: la sociedad. Uno de los aspectos que distinguen a la Universidad de Sonora, de otras instituciones del estado, es que genera conocimiento nuevo a través de proyectos de investigación científica y tecnológica sin embargo, muy poco conoce la sociedad de estos logros o avances. Por ello las Divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Ciencias Biológicas y de la Salud crean la revista *Epistemus* la cual constituye un medio de comunicación donde se darán a conocer en forma comprensible las investigaciones realizadas, proyectos, programas docentes y de vinculación de las tres divisiones.

OBJETIVO DE LA REVISTA

Promover una cultura científica, tecnológica y de la salud de la sociedad, así como fortalecer la vinculación entre la Universidad de Sonora con los diversos sectores de la sociedad.

ÁREAS GENERALES DE CONOCIMIENTO

- Ingenierías: materiales, metalurgia, civil, minas, industrial, ambiental, hidráulica, sistemas de información.
- Ciencias exactas y naturales: geología, física, matemáticas.
- Ciencias biológicas y de la salud: investigación en alimentos, desarrollo regional, acuacultura, medicina, biología, agricultura.

DIRIGIDA A

A los sectores relacionados con la educación, la investigación, a los empresarios, entidades gubernamentales, las estudiantes de nivel medio superior y superior, y a la sociedad en general.

ENFOQUE DE LOS ARTÍCULOS

- Los artículos reflejarán lo más trascendente de la producción académica y, sobre todo, de los proyectos que permitan reflejar la calidad en ciencia y tecnología y sociedad que se produce en nuestra universidad y en particular de las tres Divisiones.
- Los artículos deberán mencionar la trascendencia de lo expuesto su impacto en el conocimiento nuevo, en la solución de problemáticas específicas de la sociedad, del sector industrial, de la educación, etcétera.
- Se incluirán artículos que integren y reflexionen en torno a la ciencia, tecnología y sociedad que aporten elementos precisos que permitan profundizar en el análisis y proponer esquemas de colaboración entre los que producen el conocimiento y los beneficiarios o usuarios potenciales. El lenguaje escrito debe ser de divulgación, comprensible para

un público no especializado de nivel bachillerato aproximadamente, empresarios, profesionistas de otras especialidades.

ARBITRAJE

En todos los casos los artículos serán arbitrados por pares académicos. Se procurará que el lenguaje y el significado de lo expuesto no pierda la idea original al tratarlos como artículos de divulgación, para ello se contará con el apoyo de académicos expertos en divulgación científica.

CARACTERÍSTICA DE LOS ARTÍCULOS

- La extensión de los artículos será mínimo de 4 hojas y máxima de 10, con figuras y fotos.
- Incluir fotos y gráficos de buena resolución, por separado.
- Utilizar tipo de letra arial de 12 puntos a doble espacio.
- Incluir la referencia bibliográfica al final señalando con un número en paréntesis la referencia en el texto.
- Incluir un resumen de media cuartilla así como los datos curriculares de los autores especificando el nombre de adscripción y correo electrónico.

CONTENIDO DE LA REVISTA

Artículos de proyectos, reseñas, ensayos, información de interés, noticias de interés, eventos relevantes, convocatorias, etc.

FECHAS PARA LA RECEPCIÓN DE ARTÍCULOS DEL TERCER NÚMERO:

- Fecha límite de entrega con el responsable de la División: 24 de agosto.
- Revisión, arbitraje y corrección: del 25 de agosto al 15 de septiembre.
- Diseño e impresión: del 15 de septiembre al 15 de octubre de 2007

DIRECCIÓN GENERAL DE LA REVISTA

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa

Directora de la División de Ingeniería.

Dr. Rogelio Monreal Saavedra

Director de la División de Ciencias. Exactas y Naturales.

Dr. Samuel Galavíz Moreno

Director de la División de Ciencias. Biológicas y de la Salud

DIRECCIÓN EJECUTIVA

División de Ingeniería

Rafael Pacheco Rodríguez: pacheco@correom.uson.mx

División de Cs. Exactas y Naturales

Roberto Jiménez Ornelas: rjimenez@fisica.uson.mx

División de Cs. Biológicas y de la Salud

Marco A. Valencia Sánchez: mavs@guayacan.uson.mx



SE DESARROLLAN NUEVOS MATERIALES PARA MEDIR RADIACIONES EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA

RODOLFO BERNAL HERNÁNDEZ Y CATALINA CRUZ VÁZQUEZ

El monitoreo de las radiaciones y el estudio de los efectos de la interacción radiación-materia es cada vez de mayor relevancia debido a su uso cada vez más frecuente en diversas áreas de las ciencias e ingenierías, por lo que la medición de la energía proveniente de la radiación absorbida por la materia ha tenido un auge desde la segunda mitad del siglo XX. La técnica más ampliamente utilizada para estos fines es la termoluminiscencia, basada en el fenómeno del mismo nombre. Desde la fundación del Departamento de Investigación en Física, la caracterización termoluminiscente de materiales potencialmente aplicables para la detección de radiaciones ha sido una de las líneas más productivas en la Universidad de Sonora. Sin embargo, solo hasta años recientes se ha integrado un grupo de investigación interdisciplinario, constituido por investigadores de las divisiones de Ciencias Exactas y Naturales y de Ingeniería, con el propósito de desarrollar nuevos materiales termoluminiscentes.

Dr. Rodolfo Bernal Hernández

Doctor en Física de Materiales (CICESE, 1999).

Investigador Titular en el Departamento de Investigación en Física.

rbernal@cajeme.cifus.uson.mx

Dra. Catalina Cruz Vázquez

Doctora en Ciencia de Materiales (UNISON, 1998).

Investigadora Titular en el Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales.

Coordinadora de los Programas de Maestría y Doctorado en Ciencia de Materiales.

cathy@correom.uson.mx

El uso de las radiaciones (1) se ha extendido considerablemente desde la segunda mitad del siglo pasado, y en el presente se emplean en las más diversas áreas de las ciencias y de las ingenierías, tanto en laboratorios de investigación básica como en medicina, esterilización de alimentos, generación de energía eléctrica, comunicaciones y para fines militares, por citar ejemplos. Sin embargo, las radiaciones no están sólo presentes mediante la tecnología desarrollada por el hombre, sino que también provienen de fuentes naturales a las que estamos expuestos, como es el caso de la radiación ultravioleta proveniente del sol y la radiación ambiental de fondo.

La radiación puede producir ionización al interactuar con materiales y, en el caso de los seres humanos, la exposición a la radiación puede producir daños que van desde simples quemaduras en la piel hasta cáncer y mutaciones genéticas. En el caso de los materiales, la exposición a radiación puede tener como resultado cambios en sus propiedades físicas, lo cual aunque puede llegar a ser de provecho, por ejemplo para mejorar las propiedades mecánicas de bolsas de polietileno, en la mayoría de los casos es perjudicial. De lo anterior, resulta evidente la necesidad de llevar a cabo un monitoreo confiable y permanente en cualquier lugar en que se empleen radiaciones, para asegurar su uso adecuado y seguro.

¿QUÉ ES LA DOSIMETRÍA ?

El roentgen, llamado así en honor al físico alemán Conrad Roentgen, es una unidad de medición para rayos X y gamma, y es la cantidad de éstos que producirá, en condiciones normales de presión, temperatura y humedad, en 1 kg de aire, una cantidad de ionización positiva o negativa, igual a 2.58×10^{-4} coulombs (C). La unidad de dosis de radiación ionizante absorbida, el rad fue definida en 1962 por la Comisión Internacional de Unidades y Mediciones Radiológicas, como la cantidad de radiación que libera una energía igual a 100 ergs por gramo de materia. Un rad es aproximadamente igual a la dosis absorbida aplicada cuando un tejido blando se expone a un roentgen de radiación. La palabra “rad” proviene de la abreviación de *radiation absorbed dose*. En 1975, el rad se reemplazó por el gray (Gy), que equivale a 100 rads (2).

El término *dosimetría* se refiere a cualquier técnica empleada para la determinación de la dosis de radiación. De entre las técnicas dosimétricas disponibles, la luminiscencia térmicamente estimulada, comúnmente llamada *termoluminiscencia* (TL), es en la actualidad la más utilizada. La dosimetría basada en la TL se llama dosimetría termoluminiscente (TLD). La TL se basa en el fenómeno del mismo nombre, que consiste en la emisión de luz que ocurre durante el calentamiento de una muestra sólida, previamente excitada al exponerla a radiación ionizante (3). Esta emisión de luz se debe a que, al ser irradiada, la muestra almacena parte de la energía incidente, la cual se libera con el calentamiento. Microscópicamente, la radiación modifica la configuración electrónica del sólido a estados excitados; el calor es un activador que permite a los electrones perturbados regresar al estado base, emitiéndose en forma de luz la energía en exceso previamente almacenada. Otra técnica dosimétrica es la luminiscencia ópticamente estimulada (OSL, por sus siglas en inglés), y ha venido ganando usuarios en años recientes. La dosimetría también se clasifica dependiendo del campo de aplicación de la radiación que se monitorea, así, se definen, por ejemplo, la dosimetría ambiental, clínica, personal, espacial. En la figura 1 se muestra un equipo automatizado lector de TL y OSL equipado con una fuente de radiación beta, único en México, que se encuentra en la Universidad de Sonora (UNISON). La figura 2 muestra un material termoluminiscente previamente irradiado al momento de ser calentado.

FIGURA1. Sistema automatizado lector de termoluminiscencia y de luminiscencia ópticamente estimulada marca Risø.

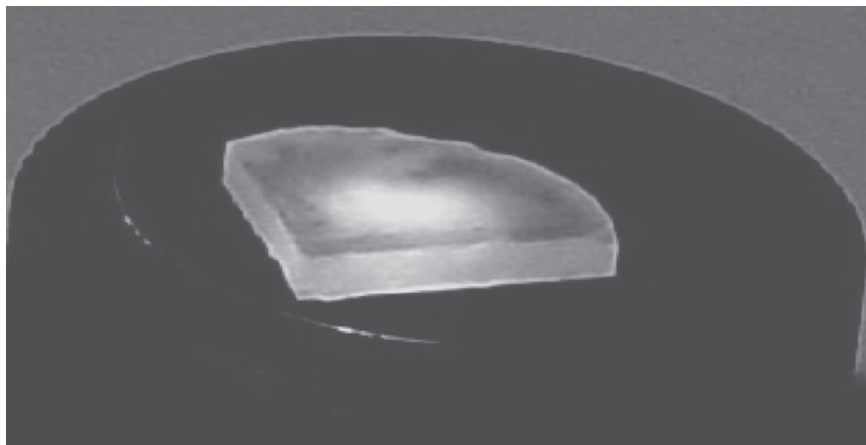
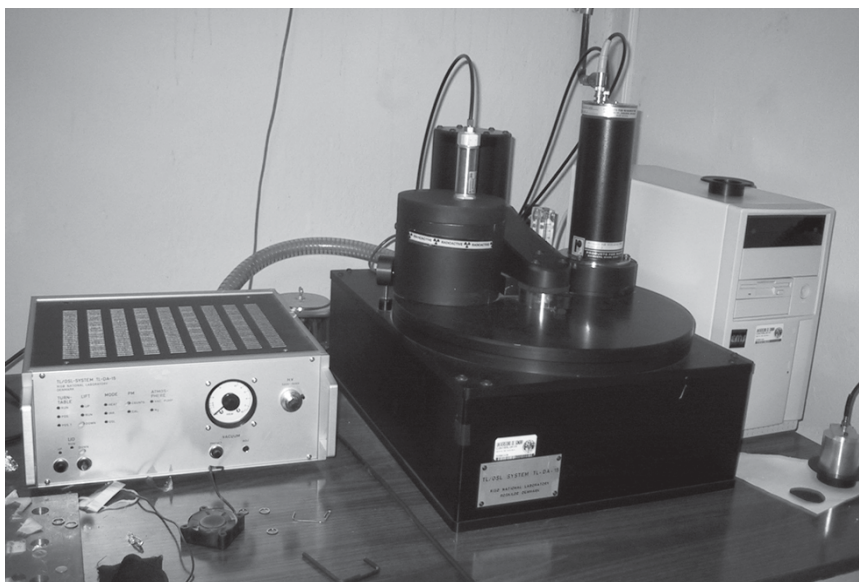


FIGURA 2. Cristal termoluminiscente previamente expuesto a irradiación, al momento de ser calentado.

MATERIALES DOSIMÉTRICOS

Para poder aprovechar el fenómeno de TL en dosimetría, es necesario que la cantidad de luz emitida por la muestra expuesta a radiación resulte proporcional a la dosis absorbida. Los materiales en que se estudia la TL son aislantes y semiconductores, y si son útiles para dosimetría, se llaman materiales dosimétricos. En las distintas aplicaciones se utilizan diferentes tipos de radiación y en diferentes intervalos de dosis, por lo que diferentes fósforos (material que emite luz) pueden ser o no útiles dependiendo de la aplicación dosimétrica específica.

Entre los materiales dosimétricos comerciales se encuentran el TLD-100 (LiF:Mg,Ti), GR-200A (LiF:Mg,Cu,P), TLD-200 (CaF₂:Dy), TLD-300 (CaF₂:Tm), CaSO₄:Dy (TLD-900) (4). El más utilizado como referencia

es el TLD-100, y cuando se especifica la sensibilidad de un nuevo material termoluminiscente, se especifica la intensidad de TL de la muestra relativa a la del TLD-100. Si se quieren determinar dosis muy bajas, es necesario contar con materiales termoluminiscentes muy sensibles, esto es, que exhiban una TL apreciable aunque sean expuestos a pequeñas dosis, mientras que si el propósito es detectar y medir dosis grandes (> 100 Gy), es preferible utilizar materiales duros a la radiación, aunque no sean muy sensibles.

En la actualidad, un área de gran actividad de ciencia e ingeniería de materiales es el desarrollo de nuevos materiales dosimétricos de alto rendimiento. En la UNISON, desde la fundación del Departamento de Investigación en Física se han estudiado las propiedades termoluminiscentes de diversos materiales, principalmente de halogenuros alcalinos y, más recientemente, diamante sintético. Los materiales bajo estudio se obtenían por medio de colaboraciones con otras instituciones nacionales o extranjeras, lo cual de alguna manera limita el alcance de los estudios, sin restar, por supuesto, el mérito de un número importante de contribuciones al entendimiento de la TL.

DESARROLLO DE MATERIALES DOSIMÉTRICOS EN LA UNISON

Teniendo como motivación la tradición de la UNISON en el estudio de propiedades termoluminiscentes, así como en la síntesis de nuevos materiales, áreas en las que se ha ganado el reconocimiento internacional, iniciando el siglo XXI comenzó una fructífera colaboración entre los Departamentos de Investigación en Física, de la División de Ciencias Exactas y Naturales, y de Investigación en Polímeros y Materiales, de la División de Ingeniería, para desarrollar nuevos materiales dosimétricos. En la actualidad, como producto de esta colaboración se ha constituido un grupo enfocado a este propósito, y se han generado publicaciones internacionales con arbitraje de pares en que se han reportado una serie de novedosos materiales potencialmente útiles en dosimetría de radiaciones. A raíz del nacimiento de este grupo, en los cinco años más recientes se ha multiplicado de forma importante el número de investigadores y estudiantes de postgrado involucrados en el tema de dosimetría (5), la mayoría

de ellos ahora involucrados no sólo en la caracterización, sino en la propuesta de nuevos fósforos.

Entre los nuevos materiales dosimétricos que se están desarrollando en la Universidad de Sonora, se cuentan $\text{KCl}_x\text{Br}_{1-x}:\text{X}$, $\text{LiF}:\text{X}$, $\text{NaF}:\text{X}$, $\text{KMgF}_3:\text{X}$, $\text{LiMgF}_3:\text{X}$, $\text{CaSO}_4:\text{X}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{X}$, ZnO , $\text{ZnO}:\text{X}$, ZnS , $\text{ZnO}-\text{CdSO}_4$ (X denota algún dopante). Los fósforos de composición tipo $\text{KCl}_x\text{Br}_{1-x}$ han sido estudiados exhaustivamente en forma de monocristales; en la UNISON se han fabricado por técnicas de reacción de estado sólido mucho más sencillas y económicas (5). En el caso del ZnO , el grupo de Ingeniería Molecular de Materiales de la Universidad de Sonora lo propuso por primera vez para fines dosimétricos; a raíz de esto, otros grupos han iniciado su estudio con los mismos fines, pero sin conseguir, a la fecha, ZnO con la misma eficiencia que el sintetizado en la UNISON, que en la actualidad sigue mejorándose (6). Los materiales en desarrollo cubren diferentes aplicaciones, ya que se incluyen materiales muy sensibles (ej. CaSO_4), equivalentes al tejido (ej. LiF), y resistentes a altas dosis (ej. ZnO).

Los materiales desarrollados en la UNISON han originado colaboraciones con notables científicos mexicanos y extranjeros, que han manifestado su interés en estudiar aspectos complementarios de los mismos, lo que ha constituido el cambio de importador a exportador de materiales dosimétricos a nuestro país, sin dejar de lado colaboraciones con grupos que envían a la UNISON muestras para su estudio, como es el diamante sintético, topacio y amazonita natural, además de material utilizado para prótesis. En la figura 3 se muestra una fotografía tomada en septiembre de 2005, durante la visita del Dr. Claudio Furetta al Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales de la UNISON, como parte de las actividades apoyadas por el posgrado en Ciencia de Materiales. El Dr. Furetta es autor de varios libros y artículos de revisión en el tema de TL.

Entre las actividades de difusión del grupo, se encuentra disponible una página en Internet: http://www.cifus.uson.mx/Personal_Pages/rodolfobernal/grupo.htm, y un boletín para difundir sus actividades, <http://groups.google.com.mx/group/materialesunison>.



FIGURA 3. De izquierda a derecha, Víctor Orante, Claudio Furetta, Rodolfo Bernal, Catalina Cruz, Alma Ruth García y Silvia Elena Burruel, durante la visita del segundo a la UNISON, en septiembre de 2005.

CONCLUSIONES

La UNISON cuenta con un sólido grupo interdisciplinario, constituido por investigadores de la División de Ingeniería y de la División de Ciencias Exactas y Naturales, que desde hace cinco años se ha iniciado en el desarrollo de nuevos materiales dosimétricos. Un número de publicaciones en revistas con arbitraje de pares avala el éxito de esta línea que es una de las de mayor actividad en la UNISON varios estudiantes de los posgrados en Ciencia de Materiales y en Física desarrollan su tesis en estos temas. El grupo ha ganado presencia en el ámbito nacional y está en el proceso de hacer lo propio en el ámbito internacional, factor que redundará en beneficio directo para el fortalecimiento de los posgrados registrados en el Programa Nacional de Posgrado (PNP).

BIBLIOGRAFÍA

1. R. MELÉNDREZ, M. PEDROZA-MONTERO, M. BARBOZA-FLORES, B. CASTAÑEDA, 2006. *Las Radiaciones y sus aplicaciones*. Epistemus, 72-82, Número 1 (septiembre 2006).
2. Encyclopaedia Britannica Online. 2006. <http://0-search.eb.com.millennium.itesm.mx:80/eb/article-9102552>.
3. REUVEN CHEN, STEPHEN W. S. MCKEEVER, 1997. *Theory of thermoluminescence and related phenomena*. World Scientific, Singapore.
4. CLAUDIO FURETTA, 2003. *Handbook of thermoluminescence*. World Scientific, Singapore.
5. R. BERNAL, E. CRUZ-ZARAGOZA, C. CRUZ-VÁZQUEZ, S. E. BURRUEL-IBARRA, M. J. RIVERA-FLORES, M. BARBOZA-FLORES, 2006. *Thermoluminescence response of new $KCl_xBr_{1-x}:EuCl_3$ sintered phosphors exposed to beta and gamma radiation*. Radiation Protection Dosimetry 119 (1-4), 172-175.
6. C. CRUZ-VÁZQUEZ, R. BERNAL, S. E. BURRUEL-IBARRA, H. GRIJALVA-MONTEVERDE, M. BARBOZA-FLORES, 2005. *Thermoluminescence properties of new ZnO nanophosphors exposed to beta irradiation*. Optical Materials 27, 1235-1239.

MOVIMIENTO DE FLUIDOS: APLICACIONES AVANZADAS EN INGENIERÍA

MANUEL PÉREZ TELLO

Los fluidos se encuentran en nuestro alrededor y dentro de nosotros mismos y son importantes tanto en la vida diaria como en los procesos productivos. En este trabajo se explican tres técnicas que representan actualmente tecnologías de punta para el diseño, análisis y optimización de procesos las cuales están siendo estudiadas por el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad de Sonora.

Dr. Manuel Pérez Tello
Coordinador del Posgrado en Ciencias de la Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química
y Metalurgia, Universidad de Sonora.
mperez@iq.uson.mx

Un fluido es cualquier gas o líquido que se encuentre a nuestro alrededor o contenido en un recipiente. El fluido puede ser un compuesto puro, tal como el agua destilada contenida en un garrafón, o bien una mezcla de compuestos, tal como el aire que respiramos, el cual consta mayoritariamente de oxígeno y nitrógeno en una proporción de 21 y 79% volumen, respectivamente.

Los fluidos son importantes tanto en nuestra vida diaria como en los procesos productivos. Algunos gases como el acetileno y el butano se utilizan como combustibles en diversas operaciones, tales como soldadura, sistemas de calefacción de casas, hornos industriales, etcétera. También pueden ser materia prima para producir otras sustancias intermedias, a partir de las cuales se obtienen los plásticos, pinturas, aerosoles, etcetera. El aire es utilizado en los procesos industriales para producir aceros y metales, para el secado de alimentos, entre otros usos.

Los fluidos líquidos juegan también un papel importante. Un buen número de procesos de la industria química y de alimentos incluyen reactores que involucran líquidos. El enfriamiento de los motores de combustión interna se lleva a cabo con aceites de alto peso molecular en forma líquida. Las redes de tuberías de agua y los equipos para su tratamiento involucran el manejo de reactivos líquidos.

LOS FLUIDOS Y LA INGENIERÍA

La solución de problemas de Ingeniería que involucran fluidos (líquidos o gases) requiere frecuentemente del cálculo de las características de éstos dentro de un equipo o sistema particular. Ejemplos de estas características incluyen la velocidad, temperatura, concentración de ciertas sustancias, esfuerzos de corte en paredes y partes móviles de equipos, etcetera. La determinación de estas características es importante porque permite al ingeniero diseñar, analizar y optimizar equipos y procesos.

El cálculo de estas características involucra la solución de ecuaciones complicadas de la mecánica de fluidos. Hasta hace algunas décadas, la solución de estas ecuaciones para casos prácticos no era posible, sólo se disponía de soluciones aproximadas en forma de gráficas y correlaciones. Con el rápido avance de las computadoras, en la actualidad es posible resolver dichas ecuaciones de manera rigurosa y literalmente visualizar el comportamiento de los fluidos tal como si el analista se encontrara inmerso en el sistema de estudio.

En este artículo se muestran tres ejemplos de estudios computacionales realizados por el autor y sus estudiantes, en los cuales se analiza el movimiento de fluidos: 1) la ventilación en un aula de una escuela primaria; 2) la eliminación de cobre de un suelo contaminado; y 3) el diseño de un proceso para la fabricación de películas de diamante. Finalmente se plantean las perspectivas del estudio de fluidos en movimiento en los próximos años.

EJEMPLO 1: VENTILACIÓN EN UN AULA DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Debido a que el Estado de Sonora se encuentra en una zona cálida seca donde se presentan temperaturas extremas mayores a los 40°C, existe la necesidad de estudiar el comportamiento térmico de los edificios. Esto permitirá el diseño apropiado de sus sistemas de enfriamiento y, consecuentemente, se podrán mejorar las condiciones de confort dentro de ellos, con el consecuente ahorro de energía eléctrica en los mismos.

Uno de los sectores que se ven más afectados por las condiciones extremas en el Estado de Sonora es la población infantil, ya que es una de las más sensibles a las altas temperaturas. En este trabajo [1] se estudió el comportamiento térmico de un aula de clases típica de una escuela primaria de la ciudad de Hermosillo, Sonora, en condiciones de verano. Algunos resultados se muestran en las figuras 1 y 2. En la primera se muestra la velocidad del aire en la cercanía del enfriador evaporativo (cooler). Haciendo uso de la computadora, se analizaron diferentes alternativas de ventilación. Por ejemplo, se consideró el caso cuando todas las ventanas del aula están abiertas y se calculó la distribución de temperaturas que resultaría (figura 2). Los resultados del estudio indicaron, entre otras cosas, que es posible mejorar las condiciones de confort dentro del aula al incrementarse la altura del enfriador y disminuir el flujo de aire de alimentación.

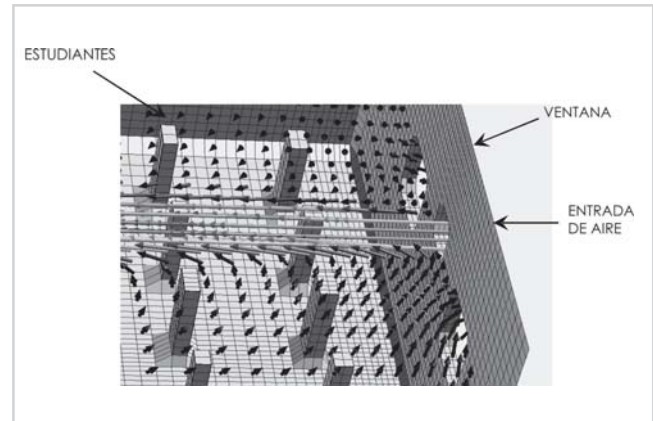


FIGURA 1. Detalle del movimiento del aire en la cercanía del enfriador evaporativo en un aula de educación primaria

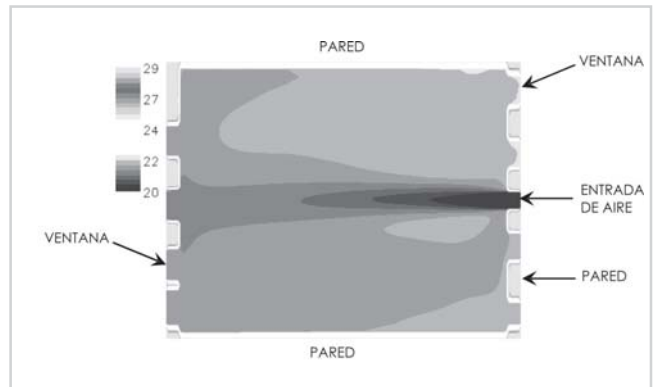


FIGURA 2. Distribución de temperatura del aire a una altura de 1.7 m cuando todas las ventanas están abiertas. La escala en la parte superior izquierda representa la temperatura en grados Centígrados.

EJEMPLO 2: ELIMINACIÓN DE COBRE DE UN SUELO CONTAMINADO

La contaminación de suelos debido a metales pesados tales como el cadmio, plomo y cobre es un problema a nivel mundial. Nuestro país no es la excepción. Una alternativa para la limpieza de suelos es el proceso de eliminación electrocinética. El fundamento de dicho proceso se muestra en la figura 3. La técnica consiste en inundar el suelo con agua a fin de facilitar la disolución de los compuestos metálicos y formar iones metálicos en solución. Enseguida se insertan electrodos en el suelo y se hace pasar corriente eléctrica directa a través del mismo. Al aplicar el campo eléctrico, los iones metálicos –los cuales típicamente poseen carga positiva- se desplazarán hacia los electrodos con carga eléctrica opuesta, es decir, hacia

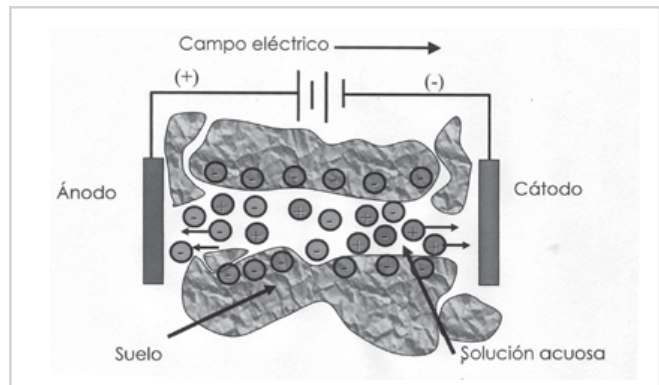


FIGURA 3. Principio de funcionamiento del proceso de eliminación electrocinética. Al aplicar corriente eléctrica, los iones positivos en la solución acuosa, tales como el ion Cu^{+2} , tenderán a moverse hacia el cátodo, mientras los iones negativos lo harán hacia el ánodo.

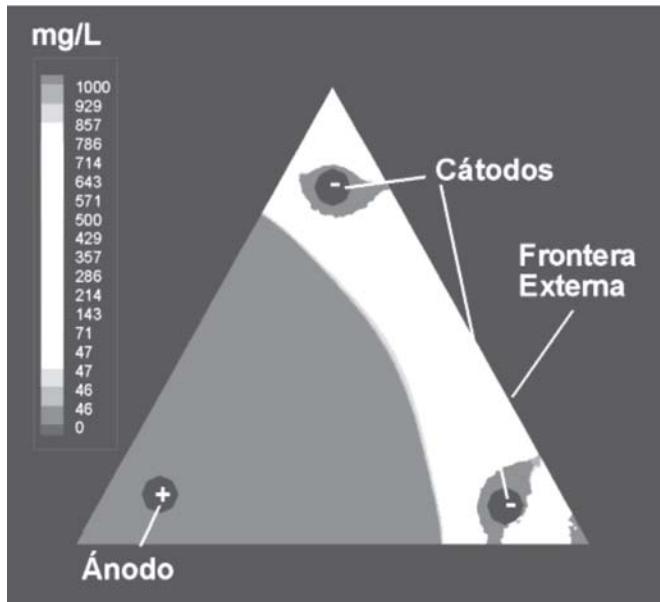


FIGURA 4. Distribución de cobre total en mg/L en un suelo contaminado al cabo de 200 días de operación del proceso de eliminación electrocinética. Nótese la alta concentración de cobre en las cercanías de los cátodos y la baja concentración en el resto del arreglo.

el cátodo. De esta forma, en principio es posible concentrar el metal contaminante en una zona reducida del suelo para su posterior extracción por vía mecánica.

En este laboratorio se adaptó un modelo computacional publicado en la literatura [2] para el caso de la contaminación por compuestos de cobre en un suelo natural del Estado de Sonora. En dicho estudio [3] se analizaron el efecto del voltaje aplicado y la concentración inicial del contaminante sobre la eficiencia del proceso. La figura 4 muestra los resultados de los cálculos realizados para un arreglo de electrodos triangular de 15 m de lado. Una animación de los resultados obtenidos como función del tiempo se encuentra disponible en la página web del autor: www.mperez.iq.uson.mx.

Los resultados de este estudio permitieron establecer criterios para la operación de este proceso en términos del voltaje requerido para la operación, el espaciamiento entre electrodos y el número de los mismos. Asimismo, permitió el diseño de un prototipo a escala de laboratorio en el cual se continuarán los estudios de este proceso a nivel experimental.

EJEMPLO 3: FABRICACIÓN DE PELÍCULAS DE DIAMANTE

El diamante es un material que a lo largo de la historia ha cautivado a la humanidad debido a sus propiedades físicas y químicas sobresalientes. Es ampliamente reconocido como una piedra preciosa de alto valor económico, pero también se ha incorporado como un material alternativo en diversas aplicaciones industriales.

En la actualidad existen varios usos consolidados para el diamante. Ejemplos de éstos son: como recubrimiento en herramientas de corte, pulido y desgaste; como disipador de calor para diodos láser y circuitos integrados de microondas. Asimismo, se ha propuesto su uso como semiconductor, como recubrimiento de alambres metálicos y fibras no metálicas, así como en la producción de dosímetros de radiación para aplicaciones médicas, gracias a su compatibilidad con el tejido humano.

En la naturaleza, el diamante se encuentra en forma de piedras o polvos, lo que reduce considerablemente el número de aplicaciones posibles. Esto ha conducido a la búsqueda de técnicas alternativas para fabricar diamante sintético. A partir de lo anterior se desarrolló el proceso de deposición química de vapor por filamento caliente (HFCVD por sus siglas en inglés), el cual se muestra esquemáticamente en la figura 5. En este proceso, una mezcla de gases se activa químicamente por medio de un filamento a alta temperatura para producir radicales libres que son especies precursoras de la formación del diamante. Estas especies reaccionan químicamente en el gas y en la superficie de un sustrato, teniéndose como resultado el crecimiento de la película de diamante sobre este último.

La calidad de las películas de diamante producidas mediante el proceso HFCVD depende de un número de factores, tales como la temperatura del sustrato, la naturaleza del material del sustrato, y la composición de la mezcla gaseosa utilizada, entre otros. Una de las limitaciones del proceso consiste en la baja rapidez de deposición del diamante, la cual oscila entre 0.1-10 micras por hora. Adicionalmente, el espesor de la película no es uniforme.

En este laboratorio se desarrolló [4] un modelo computacional para representar un reactor HFCVD, como el mostrado en la figura 5. Una vez que se verificó que dicho modelo reproduce el comportamiento de un reactor real a nivel laboratorio, se realizó un estudio para evaluar el efecto del número de filamentos sobre la eficiencia del proceso, en términos de la temperatura dentro del reactor y la rapidez de crecimiento de la película de diamante, entre otras cosas.

La figura 6 muestra un ejemplo de dichos cálculos, en el cual se muestran los contornos de concentración

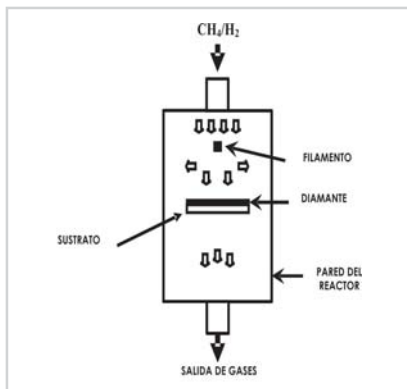


FIGURA 5. Proceso de Deposición Química de Vapor de Filamento Caliente (HFCVD por sus siglas en inglés) para la producción de películas de diamante

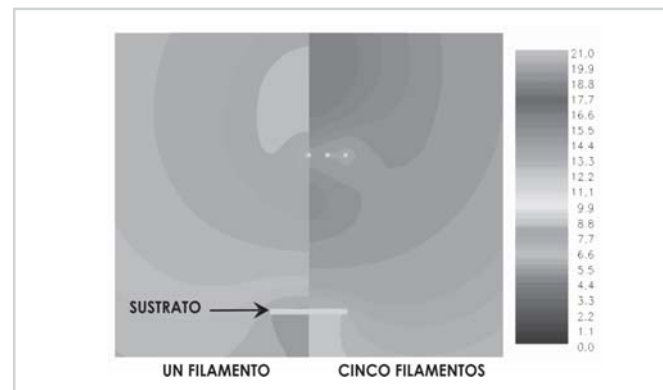


FIGURA 6. Contornos de concentración del radical CH_3 en la vecindad filamento-sustrato de un reactor HFCVD. La escala en la parte derecha indica los valores en 10^{13} radicales/ cm^3 .

COMENTARIOS FINALES Y PERSPECTIVAS A FUTURO

Las técnicas utilizadas en los ejemplos anteriormente citados representan actualmente tecnología de punta para el diseño, análisis y optimización de procesos. En la literatura, dichas técnicas se conocen con el nombre genérico de dinámica de fluidos computacional (CFD por sus siglas en inglés). Puesto que los fluidos en movimiento se encuentran prácticamente en nuestro alrededor y dentro de nosotros mismos, la aplicación de las técnicas de CFD aglutina de manera natural el trabajo interdisciplinario de ingenieros, geólogos, químicos, médicos, etcetera, y su campo de acción involucra desde procesos industriales complejos de grandes dimensiones hasta el desarrollo de implantes cardiovasculares. El lector interesado podrá fácilmente verificar lo anterior haciendo una búsqueda en Internet sobre la palabra clave “CFD”. En este contexto, es satisfactorio poder afirmar que en la Universidad de Sonora se cuenta con la infraestructura necesaria y el personal especializado para el desarrollo de esta herramienta, en beneficio de la sociedad del siglo XXI.

REFERENCIAS

1. F.J. GARCÍA DURAZO, “Análisis del Comportamiento Térmico de un Aula de Educación Primaria Mediante Dinámica de Fluidos Computacional” (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Sonora, 2004).
2. R.A. JACOBS, “Two-Dimensional Modeling of Electromediation,” *American Institute of Chemical Engineers’ Journal*, 42 (6) (1996), 1685-1696.
3. V. RUBIO NIEBLAS, “Modelación Matemática del Proceso de Remoción Electrocinética de Especies Contaminantes en Suelos” (Tesis de Maestría en Metalurgia Extractiva, Universidad de Sonora, 2004).
4. M. OLIVAS MARTÍNEZ, “Modelación Computacional de un Sistema de Deposición Química de Vapor de Películas de Diamante” (Tesis de Maestría en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora, 2006).

EL ALIMENTO VIVO EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN: INVESTIGACIONES APLICADAS AL SECTOR PRODUCTIVO

JOSÉ ANTONIO LÓPEZ ELÍAS, NOBLERTA HUERTA ALDÁZ Y FERNANDO ENRÍQUEZ OCAÑA

Una de las actividades comerciales que más ha avanzado en la actualidad es el cultivo del camarón, sin embargo, esta biotecnología carece de un control de calidad eficaz, sobre todo con el uso del alimento vivo (producción y calidad). En el departamento del DICTUS un grupo de investigadores ha trabajado con los cultivos a nivel masivo desde 1990 hasta el 2006 para estudiar las principales técnicas aplicadas en el manejo comercial, la calidad nutricia de las microalgas y la optimización de los cultivos masivos al exterior, además de la contaminación bacteriana en los mismos cultivos.

*Dr. José Antonio López Elías,
jalopez@guayacan.uson.mx.
Dra. Noblerta Huerta Aldáz,
nhuerta@guayacan.uson.mx
Dr. Fernando Enríquez Ocaña,
fenrquez@guayacan.uson.mx
Investigadores del Departamento de
Investigación Científica y Tecnológica
(DICTUS) Universidad de Sonora.*

PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO EN ACUACULTURA

La acuicultura es una actividad que se ha estado incrementando en nuestro estado a partir de los años 90s, principalmente en su modalidad de cultivo de camarón⁽¹⁾. La industria del camarón es diversa: incluye la misma pesca de este recurso natural, el cultivo en condiciones controladas en los laboratorios de producción de larvas de camarón, el mantenimiento de reproductores seleccionados de las mismas granjas comerciales, la engorda de este crustáceo en granjas bajo condiciones semicontroladas, y finalmente el procesamiento (selección y congelado) de este alimento de gran importancia en nuestro país por las divisas generadas, principalmente porque es un producto de exportación de alta calidad y precio de mercado elevado.

En el cultivo larvario de camarón un aspecto sumamente importante, además, obviamente del tecnológico es el nutricional, en particular el alimento vivo. El alimento vivo suministrado a las larvas de camarón en sus primeros estadios de desarrollo son las microalgas marinas. Estos organismos microscópicos son esenciales en la alimentación de los crustáceos, debido a que reúnen las características nutricionales esenciales para el crecimiento de las larvas de camarón, aunque la calidad de este alimento vivo depende de las condiciones de cultivo⁽²⁾. En este sentido, es importante ahondar en las investigaciones de los cultivos masivos de microalgas empleados en la acuicultura, por lo que en el departamento del DICTUS de la Universidad de Sonora se ha estado trabajando por más de 15 años en los aspectos más relevantes del cultivo de microalgas, como lo son: sistemas de producción, efecto de la temperatura, iluminación, salinidad y nutrientes en el crecimiento y calidad nutricia del fitoplancton.

SISTEMAS DE CULTIVO DE FITOPLANCTON

El cultivo de fitoplancton consiste en mantener en agua de mar enriquecida con nutrientes una población de una microalga marina específica a nivel de tubos de ensayo, matraces, garrafones, cilindros, bolsas y tanques de volúmenes variables. Estos cultivos se mantienen en un sistema estático, semicontinuo y continuo⁽³⁾. El estático es el más simple de todos, pero uno de los más costosos por el espacio e infraestructura disponible que se requiere, sin embargo, es el sistema que prevalece en los laboratorios comerciales (figura 1). Este sistema consiste en iniciar con un inóculo pequeño de microalgas (aproximadamente el 10% del volumen total) en agua de mar enriquecida con nutrientes en recipientes diversos, posteriormente se deja crecer hasta llegar a una densidad celular alta y ser traspasado a otro nivel de un volumen mayor, hasta que en el último paso se cosecha para ser utilizado como alimento a las larvas de camarón.

Los sistemas semicontinuo y continuo son más avanzados, en el sentido de que se emplean reguladores de cosecha de los cultivos. El primero de ellos es relativamente más sencillo, consiste en hacer crecer la microalga

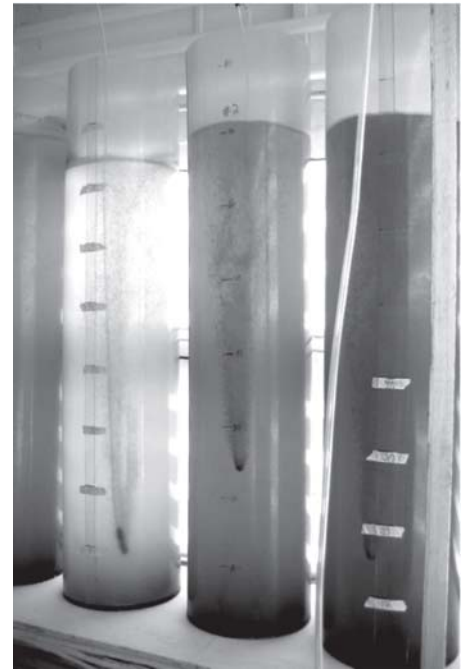
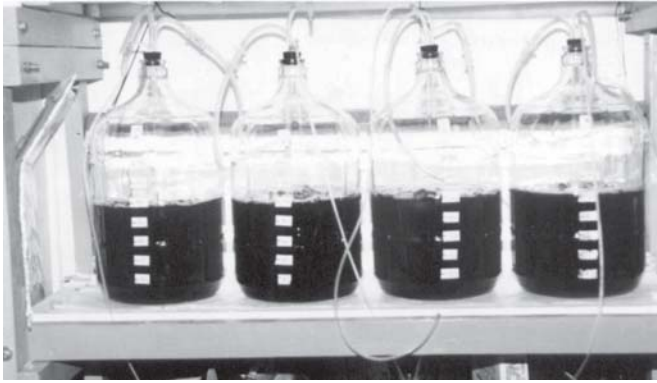


FIGURA 1. Cultivo estático a nivel columnas de una especie de microalga.



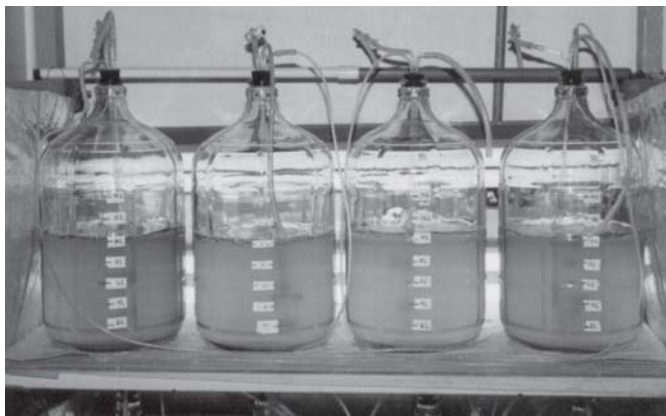
hasta una determinada concentración celular, posteriormente se hace una cosecha parcial del cultivo, y posteriormente se recupera el volumen retirado con agua de mar enriquecida, se vuelve a dejar crecer para después cosechar. Este cultivo puede durar de días a meses. La cosecha puede ser manual o con bomba sumergible.(figura 2)

El cultivo continuo es un sistema tecnificado que requiere de poca infraestructura, es costoso, pero con producciones elevadas de fitoplancton. El funcionamiento de este sistema es por turbidez o por la determinación de unos de los principales compuestos químicos de la formulación de los nutrientes. En este caso, la cosecha de los cultivos es constante y se requiere de varios aditamentos.



PRIMERAS INVESTIGACIONES CON EL SECTOR PRODUCTIVO

La investigación desarrollada en los centros comerciales de larvas de moluscos bivalvos y larvas de crustáceos ha sido muy importante para el desarrollo de los sistemas de producción de las microalgas marinas. A principio de los años 90s se estudio un laboratorio de producción de larvas de ostión, en el cual se monitoré por un año, los últimos dos niveles de producción masiva, encontrándose que existía una variación marcada en las densidades celulares obtenidas dentro de un laboratorio bajo condiciones controladas, además de que la composición proximal fue muy diferente. Estos cultivos de microalgas fueron llevados a cabo en bolsas y tanques de plástico, en un laboratorio con iluminación continua con lámparas de luz de día y con el ambiente controlado por aire acondicionado⁽⁴⁾.



A raíz de esta investigación se siguió trabajando con este laboratorio en lo referente al medio de cultivo empleado para crecer las microalgas, que fue un fertilizante nombrado como DIX-MIX, encontrándose que era necesario cambiar el mismo medio, debido a que no reunía las cantidades adecuadas de Nitrógeno y Fósforo para el buen crecimiento de las microalgas. Posteriormente, entre 1995 y 1997 se inició con el manejo de los cultivos al exterior, con resultados muy favorables, que marcó la pauta para trabajar con fitoplancton al exterior. En esta investigación se evaluó

FIGURA 2. Sistema semicontinuo a nivel garrafón con diatomea marina.



FIGURA 3. Invernadero para cultivo de microalgas marinas.

la concentración celular y la composición proximal obtenida en cultivos crecidos al interior y exterior en columnas y tinas durante dos años. La información generada fue suficiente para establecer que los cultivos crecidos en primavera y otoño al exterior fueron más productivos que en las otras dos estaciones del año y mayores que los cultivos crecidos al interior, aunque en la temporada de invierno se obtuvieron los crecimientos más bajos al exterior por las bajas temperaturas⁽⁵⁾.

Otras investigaciones encaminadas a analizar la contaminación bacteriana fueron iniciadas en el mismo periodo, encontrándose que a pesar de que las algas son cultivadas al exterior, la presencia de bacterias fue menor que la encontrada en los cultivos al interior, lo cual es debido a que las temperaturas mantenidas en estas condiciones son adecuadas para el crecimiento bacteriano, mientras que al exterior, las fluctuaciones de temperatura son tan elevadas que impiden el desarrollo elevado de las bacterias.

IMPLEMENTACIÓN DE UN INVERNADERO PARA CULTIVO DE FITOPLANCTON

Entre 1997 y 1999 se trabajó con un invernadero en la Unidad Experimental de Bahía Kino (figura 3) para estudiar otra condición de cultivo, bajo condiciones semicontroladas a nivel de columnas transparentes de fibra de vidrio. Los resultados

obtenidos en densidad celular fueron iguales o mayores en el invernadero en comparación con un laboratorio bajo condiciones controladas, por lo que se reduce notoriamente los gastos de energía eléctrica en el invernadero⁽⁶⁾.

INVESTIGACIÓN APLICADA EN LABORATORIOS COMERCIALES DE CAMARÓN

A inicios del año 2000 se realizó una encuesta a los principales laboratorios comerciales de larvas de camarón de los estados de Sonora y Sinaloa, encontrándose que se emplean pocas especies de microalgas como alimento a los primeros estadios larvarios del camarón, con concentraciones celulares entre 200,000 y 2,000,000 células/ml, con un promedio de 1,000,000 células/ml para *Chaetoceros* sp., mientras que para las flageladas verdes 400,000 células/ml. Los recipientes empleados fueron diferentes (garrafones, bolsas, columnas, tinas, estanques de dimensiones variables) y todos ellos terminaban con los dos últimos niveles de cultivo al exterior⁽⁷⁾.

Chaetoceros muelleri es una especie que es ampliamente utilizada en estos laboratorios. Es una alga que pertenece a la clase de las diatomeas que se caracterizan por ser una célula individual, cuya pared celular es de silicio, y en particular esta especie posee 4 setas o espinas.(figura 4)

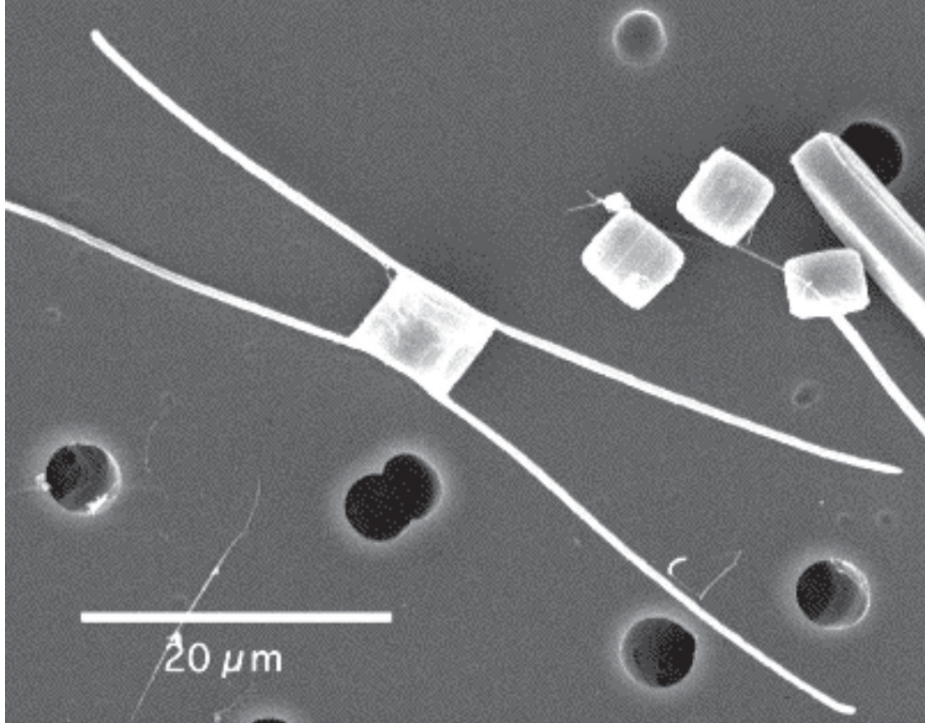


FIGURA 4. Diatomea marina (*Chaetoceros muelleri*).

La tasa de división es alta, llegando hasta 3 ó 4 divisiones por día, sin embargo, en los cultivos comerciales sólo se logra obtener como máximo 2 divisiones por día.

Entre el 2001 y 2003 se llevaron a cabo varias investigaciones encaminadas a evaluar los cultivos masivos de microalgas al exterior en los laboratorios de Sonora y Sinaloa, en los cuales se llegó a la conclusión de que no existe un control adecuado de los cultivos estáticos secuenciales, debido a que los inóculos son manejados con base a volumen y no en cantidad de células, además de que las condiciones ambientales de Sonora y Sinaloa son muy variantes, registrándose temperatura e iluminación baja en los laboratorios al interior y extremadamente diferentes en los cultivos al exterior. Además, se evaluó la composición proximal y el perfil de los ácidos grasos, encontrándose que existe una variabilidad enorme entre los laboratorios y dentro de los mismos con la misma especie de microalga (*Chaetoceros muelleri*). Los componentes mayoritarios que más variaron fueron los carbohidratos y los lípidos, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados, que son los de mayor importancia en la dieta de los crustáceos, también variaron enormemente⁽⁸⁾.

ALTERNATIVAS EN EL MANEJO DE LOS CULTIVOS DE MICROALGAS

En el 2005 se realizaron otras investigaciones en el departamento del DICTUS en la Unidad Experimental de Bahía Kino, con el fin de establecer un control mayor en los cultivos masivos. Esta investigación se llevó a cabo en recipientes de plástico opacos al exterior con tres especies de microalgas comerciales (*Chaetoceros muelleri*, *Tetraselmis* sp. y *Dunaliella* sp.) con resultados muy interesantes, como lo es la variabilidad en la concentración celular durante los cultivos, con valores sumamente inferiores y constantes en esta investigación en contraste con los reportados en los laboratorios comerciales, que fueron muy variables. Esto es clave en la alimentación de las larvas y en la misma

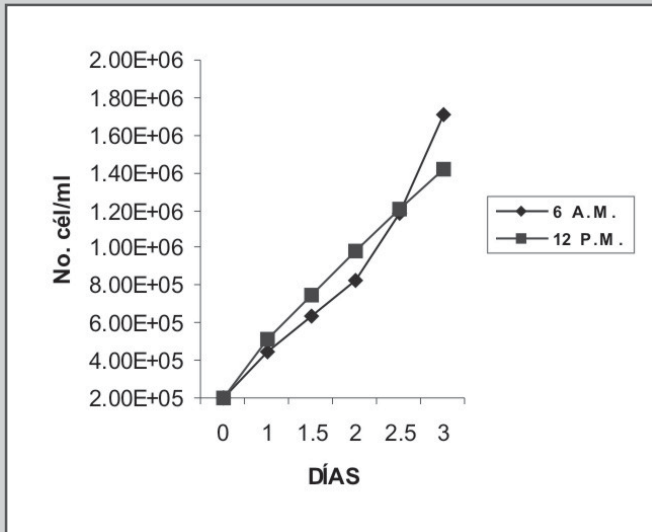


FIGURA 5. Curva de crecimiento de una microalga marina a dos horas




BIBLIOGRAFÍA

- MARTÍNEZ CORDOVA, L.R. 1999. *Cultivo de camarones peneidos. Bases técnicas y científicas*. AGT Editor, S.A., México, 283 pp.
- MERCHIE, G., LAVENS, P. ZORRUELOS, P. 1997. *Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae : A review*. *Aquaculture*, 155: 165-181.
- FOGG, G.E. AND THAKE, B. 1987. *Algal cultures and phytoplankton ecology*. 3d Ed. The University of Wisconsin Press., 269 pp.
- LÓPEZ-ELÍAS, J.A., ENCINAS-ARREOLA, A. R., GARCÍA-VALENZUELA, A.C., VÁLDEZ, J. Y HOYOS-CHAIRES, F. 1999. *Producción anual de dos especies de microalgas en un centro acuícola en Bahía Kino, Sonora*. *OCEÁNIDES*, 13 (2), 14 (1): 59-65.
- LÓPEZ ELÍAS, J.A., VOLTOLINA, D., ENRÍQUEZ OCAÑA, F. AND GALLEGOS SIMENTAL, G. 2005. *Indoor and outdoor mass production of the diatom *Chaetoceros muelleri* in Mexican commercial hatchery*. *Aquacultural engineering* 33 (3): 181-191.
- LÓPEZ-ELÍAS, J.A., CORONADO-BRAVO, S., LÓPEZ-SÁNCHEZ, A.L., ENRÍQUEZ-OCAÑA, F., FIMBRES-ALCANTAR, I. Y AGUIRRE, J.C. 2001. *Cultivos masivo de *Chaetoceros muelleri* en invernadero*. *Biociencia*, 3 (1): 21-24.
- LÓPEZ-ELÍAS, J.A., VOLTOLINA, D., CORDERO-ESQUIVEL, B. Y M., NIEVES-SOTO. 2003. *Producción comercial de larvas de camarón y microalgas en cuatro estados de la República Mexicana*. *Biotécnia*. 5 (1): 42-51.
- LÓPEZ-ELÍAS, J.A., VOLTOLINA, D., CHAVIRA ORTEGA, C.O., RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, B.B., SÁNEZ-GAXIOLA, L.M., CORDERO-ESQUIVEL, B. AND NIEVES-SOTO, M. 2003. *Mass production of microalgae in six commercial shrimp hatcheries of the Mexican northwest*. *Aquaculture engineering* 29: 155-164.

eficiencia de los departamentos de microalgas, ya que en cultivos de menor variabilidad se homogeniza las edades de los cultivos, sobre todo al momento de ser empleadas como alimento. Además, se estimó el efecto de la hora del inóculo en la concentración final alcanzada a los tres días de cultivo, siendo significativamente mayor en los cultivos de *C. muelleri* crecidos por la mañana que por la tarde.(figura 5)

En general, el uso de cultivos masivos al exterior es variable, aunque es posible conocer en mayor medida la calidad y optimizar su uso como alimento a las larvas de camarón, por lo que se requiere de llevar a cabo un seguimiento a los cultivos de forma adecuada y no como actualmente se realiza, debido a que en los laboratorios comerciales se hacen solamente los conteos celulares para determinar las densidades celulares al momento de la cosecha y se desconoce el desarrollo del cultivo desde su inóculo, lo cual impide que se tenga información de la tasa de crecimiento, la cual sería un indicativo de la edad y la condición del cultivo. Además de llevar a cabo análisis proximales y perfil de ácidos grasos, debido a que las microalgas son un alimento del cual se desconoce la calidad del mismo, adicionándose únicamente con base al número de células con un completo desconocimiento de la calidad nutricia, que evidentemente tiene que ser evaluada.



<http://www.who.int/multimedia/indiaweb/galleryhealth/tuberculosis/>

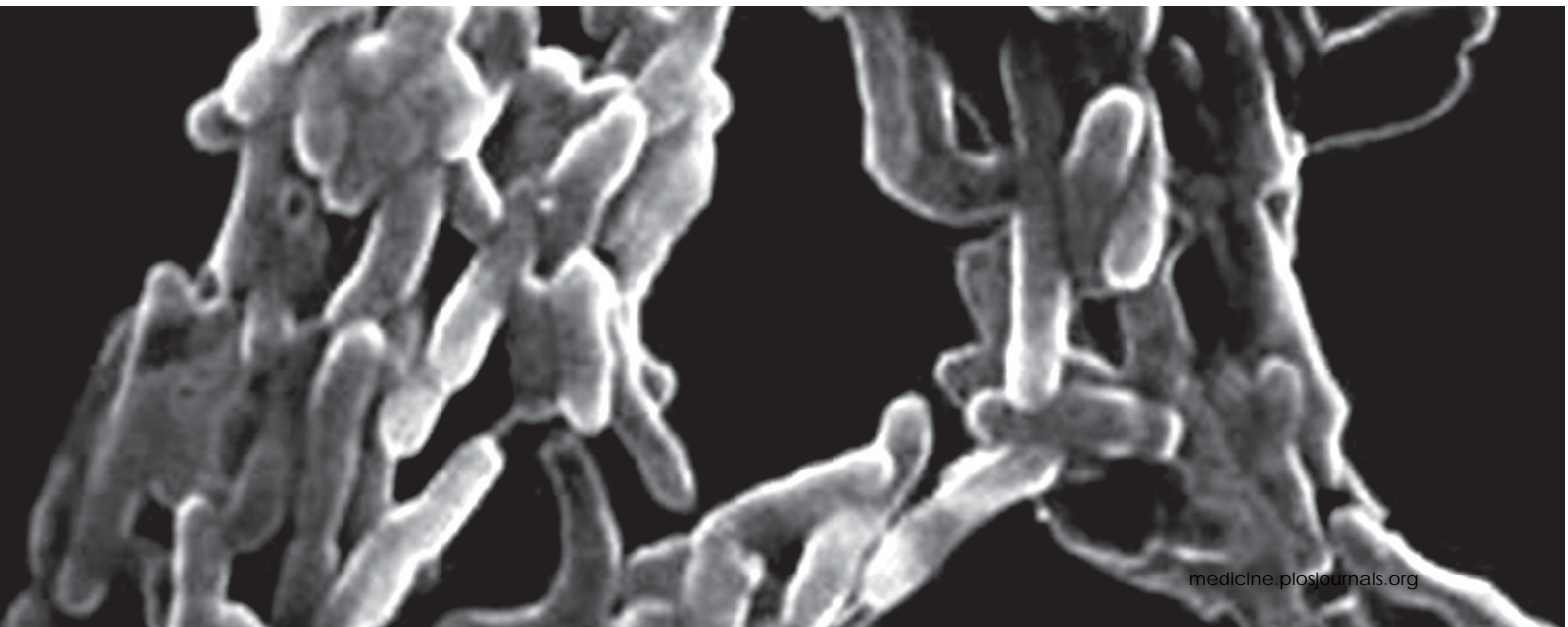
TUBERCULOSIS EN MÉXICO: LA NECESIDAD DE NUEVOS ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN

GERARDO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ Y MARÍA DEL CARMEN CANDIA PLATA

La tuberculosis (TB) es considerada una emergencia global ya que provoca un número inaceptablemente alto de casos y defunciones, la mayoría de ellos en las naciones más pobres.⁽¹⁾ La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que cada año se registran alrededor de 2 millones de muertes y 8.8 millones de casos nuevos de la enfermedad.⁽²⁾ Además, desde hace casi dos décadas la tuberculosis es la principal causa de muerte debida a un solo agente infeccioso en las personas mayores de 5 años de edad; 80% de esas defunciones ocurren en mujeres y hombres jóvenes que se encuentran en la etapa productiva de sus vidas.⁽³⁾ Para agravar la situación, menos de la mitad de los casos son apropiadamente diagnosticados, y de esos, menos del 60% son curados.⁽⁴⁾

1. DYE C. *Global epidemiology of tuberculosis*. Lancet 2006; 367: 938-40.
2. World Health Organization. *Global tuberculosis control: surveillance, planning, financing*. Geneva, Switzerland, WHO/CDS/TB/2003.316
3. KOCHI, A. *Tuberculosis: distribution, risk factors, mortality*. Immunobiol 1991; 191: 325-336.
4. World Health Organization. *Treatment of tuberculosis: guidelines for national programmes*. (3rd. Ed) Geneva, Switzerland WHO/CDS/TB/2003.313.

Gerardo Álvarez Hernández
Programas de Licenciatura en Medicina y Maestría en Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora
María Del Carmen Candia Plata
Coordinadora del Programa de Especialización en Inmunohematología Diagnóstica y del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud. División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad de Sonora
carmenc@guayacan.uson.mx



medicine.plosjournals.org

La gravedad del problema ocasionado por la TB no se circunscribe a los ámbitos clínicos y epidemiológicos, sino que toca espacios sociales, políticos y culturales que son propios de diversas disciplinas científicas. Desde que en 1882 Robert Koch identificó a la bacteria productora de la enfermedad, múltiples investigaciones se han desarrollado y mucho se ha avanzado en el conocimiento de su historia natural, los modos de transmisión, y algunos de los factores de riesgo y medicamentos para combatirlo.⁽⁵⁾ Tal pareciera que esta riqueza técnica sería suficiente para controlar eficientemente los efectos negativos que produce en la salud de individuos y comunidades. Sin embargo, hoy es bien sabido que no es así, incluso se reconoce que a pesar del renacimiento de la investigación en tuberculosis de las últimas tres décadas, no hay avances significativos en el diagnóstico y prevención de la enfermedad.⁽⁶⁾ Luego, entonces, el control de la TB demanda respuestas que entiendan y atiendan de modo simultáneo tanto a factores biológicos que ocurren en el plano de los individuos, como a factores sociales y ambientales que suceden

en el ámbito colectivo.⁽⁷⁻⁸⁾ Este reconocimiento es crítico no sólo para el padecimiento mismo, sino para el comienzo de un cambio conceptual y metodológico en el abordaje de otros problemas médicos y de salud pública. En el caso particular de la TB, conciliar aspectos biomédicos con atributos sociales y culturales para estudiarle y entenderle del mejor modo posible, constituye un desafío formidable para la sociedad en su conjunto y para los expertos que trabajan en diversas dimensiones del problema.

A ese respecto, acotamos que existe suficiente evidencia histórica y contemporánea que señala que la TB está positivamente asociada a bajo nivel socioeconómico tanto de los individuos (p.e. desempleo, inadecuada nutrición, analfabetismo) como del contexto social y físico donde viven (p.e. concentración de pobreza, deficiente calidad de vivienda, urbanización anárquica, segregación residencial).⁽⁹⁻¹⁰⁾ Se ha sugerido además que la pobreza ejerce un efecto negativo en la capacidad de los individuos para hacer frente a la TB, es decir, les hace más vulnerables a la enfermedad, lo

5. VERMA G, UPSHUR REG, REA E, BENATAR SR. *Critical reflections on evidence, ethics and effectiveness in the management of tuberculosis: public health and global perspectives*. BMC Medical Ethics. 2004; 5(2): 1-7.

6. NAHID P, MADHUKAR P, HOPEWELL PC. *Advances in the diagnosis and treatment of tuberculosis*. Proc Am Thorac Soc. 2006; 3: 103-110.

7. RAVIGLIONE MC, UPLEKAR MW. *WHO's new Stop Tb strategy*. Lancet 2006; 367: 952-55.

8. SQUIRE SB, OBASI A, NHLEMA-SIMWAKA B. *The global plan to stop TB: a unique opportunity to address poverty and the Millennium Development Goals*. Lancet 2006; 367: 955-57.

9. DAVIDOW AL, MANGURA BT, NAPOLITANO EC, REICHMAN LB. *Rethinking the socioeconomics and geography of tuberculosis among foreign-born residents of New Jersey, 1994-1999*. Am J Public Health 2003; 93: 1007-12.

10. ACEVEDO-GARCIA D. *Residential segregation and epidemiology of infectious diseases*. Soc Sci Med 2000; 51: 1143-61.

11. World Health Organization (2005). *Who is most vulnerable to TB and what can we do about it?* Resource available online at: http://www.equity-tb.org.uk/uploads/tb_vulnerable.pdf. Consultado el 22 de noviembre de 2006.

que se traduce con frecuencia en la falta de voz y representación dentro de sus comunidades.⁽¹¹⁾

Una serie de investigaciones⁽¹²⁻¹⁶⁾ ha demostrado que la vulnerabilidad a la TB puede surgir como consecuencia de una amplia gama de factores como la exclusión social debida a diferencias de género, raza, cultura, etcetera; falta de acceso a servicios urbanos, así como vivir en comunidades rurales o urbanas marginadas; deficiente educación para acceder a servicios de salud; rechazar o abandonar el tratamiento; movimientos migratorios de las comunidades rurales a los núcleos urbanos; conductas personales de riesgo (p.e. alcoholismo, drogadicción, prácticas sexuales asociadas a la infección por VIH). No obstante, aún no se conoce con precisión la intrincada red de relaciones que subyacen a la infección, y aunque algunos aspectos de la emergencia de la TB son eminentemente biológicos, la explicación completa no puede restringirse al ámbito biomédico.⁽¹⁷⁾ Los cambiantes y desiguales patrones de desarrollo social y económico de los individuos y las comunidades han contribuido a una nueva geografía de la riqueza y pobreza, lo que tiene significativas implicaciones para la epidemiología del padecimiento.

Aunque teóricamente una eficiente prevención y detección de casos, y una elevada tasa de curación podrían eliminar la transmisión de *Mycobacterium tuberculosis* (la bacteria que produce la mayor proporción de casos de tuberculosis), tales propósitos están actualmente fuera del alcance de cualquier sociedad.⁽¹⁸⁾ Esto, en primer lugar, por la falta de una vacuna eficiente para evitar la infección y por las dificultades

para establecer el diagnóstico oportunamente. En la TB, el diagnóstico oportuno es crucial para el manejo efectivo de los pacientes y para el control de la enfermedad. Además, la identificación de la TB latente es la clave de la prevención de la enfermedad entre las personas con riesgo de adquirirla. Sin embargo, la tasa de detección de los pacientes con infección latente y con la enfermedad es muy baja a escala mundial, debido a que el diagnóstico convencional sigue basándose en el estudio microscópico de la expectoración (una prueba que sólo detecta a los pacientes que expectoran cantidades grandes de micobacterias); la aplicación de la prueba cutánea de la tuberculina, que es muy imprecisa e inespecífica (especialmente en los países en los que se aplica masivamente la vacuna BCG); y la radiografía de tórax que no es específica.⁽⁶⁾

Por otro lado, las tasas de curación de la TB a escala mundial siguen siendo bajas, a pesar de la utilización del esquema de tratamiento denominado “Tratamiento Acortado Estrictamente Supervisado” (TAES), que fue acogido sin éxito por muchos países tratando de garantizar la adherencia al tratamiento. Otros factores que evitan la curación de un número importante de casos de TB son la emergencia de cepas resistentes a múltiples fármacos; la pandemia del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH); y la creciente asociación de la TB con algunas enfermedades crónicas, particularmente la diabetes.⁽¹⁹⁻²²⁾ En la última década, la “Administración de Drogas y Alimentos” (FDA, por sus siglas en inglés) aprobó el uso de algunas pruebas

12. HUDELSON P. *Gender differentials in tuberculosis: the role of socioeconomic and cultural factors.* Tub Lung Dis 1996; 77: 391-400.

13. BARR RG, DIEZ-ROUX AV, KNIRSCH CA, PABLOS-MENDEZ CA. *Neighborhood poverty and the resurgence of tuberculosis in New York City, 1984-1992.* Am J Public Health 2001; 91: 1487-93.

14. ACEVEDO-GARCIA D. *Zip-code level risk factors for tuberculosis: neighborhood environment and residential segregation in New Jersey, 1985-1992.* Am J Public Health 2001; 91: 734-41.

15. WANYEKI I, OLSON S, BRASSARD P ET AL. *Dwellings, crowding and tuberculosis.* Soc Sci Med 2006; 63: 501-11.

16. CORBETT EL, WATT C, WALKER N et al. *The growing burden of tuberculosis. Global trends and interactions with HIV.* Arch Intern Med 2003; 163: 1009-21.

17. FARMER P. *Social scientists and the new tuberculosis.* Soc Sci Med 1997; 44 (3): 347-58.

18. DYE C. *Tuberculosis 2000-2010: control but not elimination.* Int J Tuberc Lung Dis. 2004; 4 (12 Suppl 2): S146-52.

19. NAGELKERKE NJD, DE BLAS SJ, MAHENDRADHATA Y et al. *The search for a tuberculosis vaccine: an elusive quest?* Tuberculosis. 2006; 86: 41-46.

20. SINGLA R, KHAN N. *Does diabetes predispose to the development of multi-drug resistant tuberculosis?* Chest 2003; 123: 308-309.

21. PONCE-DE LEÓN A, GARCÍA-GARCÍA L, GARCÍA-SANCHO MC et al. *Tuberculosis and diabetes in Southern Mexico.* Diabetes Care 2004; 27: 1584-90.

22. PÉREZ A, SHELTON BROWN III H, RESTREPO BI. *Association between tuberculosis and diabetes in the Mexican Border and Non-Border Regions of Texas.* Am J Trop Med Hyg 2006; 74 (4): 604-11.



<http://www.who.int/multimedia/indiaweb/galleryhealth/tuberculosis/>

moleculares para la detección de bacterias del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (por ejemplo la prueba MTD, de “amplified *Mycobacterium tuberculosis* Direct test”) para detectar la presencia de micobacterias patógenas en muestras de expectoración provenientes de pacientes no tratados; sin embargo, su aplicación debe hacerse sólo en muestras en las que se demuestre la presencia de las micobacterias por microscopía y se realice el cultivo paralelo.⁽²³⁾ Adicionalmente, se ha propuesto que las pruebas que miden las moléculas (como el interferón gama) liberadas por las células T (un tipo particular de células del sistema inmune) después de su estimulación con ciertas proteínas de *Mycobacterium tuberculosis*, podría ser una prueba que eventualmente sustituiría a la prueba de la tuberculina y permitiría la detección de la TB latente, la TB infantil y la TB paucibacilar (cuando se realiza la observación microscópica de la muestra de expectoración no se demuestra la presencia de micobacterias). Pero se requieren muchos estudios para definir la utilidad de estas pruebas en la práctica clínica, especialmente en los pacientes con respuesta inmune deprimida.⁽⁶⁾

Luego entonces, es claro que nuevas herramientas de control biomédico son necesarias para disminuir los efectos devastadores de la enfermedad incluyendo, entre otras cosas, técnicas diagnósticas más específicas y sensibles para la detección de formas latentes y paucibacilares,⁽²⁴⁾ esquemas de tratamiento más simples y menos prolongados,⁽²⁵⁾ pruebas para la detección rápida de la resistencia de *Mycobacterium tuberculosis* a los fármacos; así como el desarrollo de una vacuna para prevenir formas pulmonares del padecimiento.⁽²⁶⁾ Pero si tales factores, que pertenecen al dominio biomédico, no son complementados con el estudio de los determinantes socioeconómicos que interactúan con ellos, el problema en vez de ser aliviado, puede impedir la consecución de metas globales para el control de la TB.⁽⁹⁻¹⁰⁾

Reiteramos que no basta dirigir los esfuerzos únicamente a entender la dimensión individual y biomédica de la TB; además es urgente que se entienda, de la mejor manera la relación entre la enfermedad y las características contextuales de las sociedades modernas en las que la TB ocurre. Esto implica que seamos capaces de evaluar el impacto de atributos grupales, por ejemplo, de las redes sociales que existen en la comunidad, el nivel educativo del vecindario, el nivel de confianza en los vecinos, el porcentaje de personas que llevan a cabo actividades altruistas, etcétera. Como se podrá inferir de lo anterior, se trata de atributos que no son ordinariamente medidos.

En adición al desafío conceptual y metodológico que supone medir variables del contexto social, es necesario investigar simultáneamente el papel que múltiples factores individuales tienen sobre la enfermedad. Para ello, es conveniente que se fomenten en México nuevos abordajes de estudio, como por ejemplo, empleando los modelos de análisis multinivel que han sido recientemente exitosos en otras partes del mundo.^(13, 27-28) Con tales modelos se trata de responder a interrogantes como las siguientes: ¿Tiene el mismo riesgo de enfermarse de TB el individuo pobre que vive en un vecindario marginado, que el individuo pobre que vive en una comunidad sin marginación? ¿Es igual de vulnerable a los efectos de la TB el individuo sin educación que no confía en sus vecinos, que el individuo analfabeta que confía en las personas que le rodean?

Si pudiéramos dar respuesta sistemática al tipo de interrogantes arriba planteados, alcanzaríamos una mejor posición técnica para implementar políticas de

salud y programas dirigidos a las poblaciones socialmente más vulnerables.^(11, 29) Adicionales esfuerzos pueden aplicarse para estudiar el espacio físico en donde la TB tiene lugar, pues como es sabido, es en el trabajo, en el hogar, en la escuela, en la colonia, en donde múltiples factores de riesgo confluyen, se distribuyen heterogéneamente y favorecen la presencia del padecimiento. Tal estudio puede emplear herramientas del análisis espacial, de manera tal que seamos capaces de identificar características contextuales de unidades poblacionales de tamaño pequeño (p.e. colonias, zonas postales, AGEB's¹) a fin de dirigir las actividades preventivas y de control a aquellas áreas que ciertamente se encuentren más vulnerables ante la enfermedad.⁽¹³⁻¹⁴⁾

En la Universidad de Sonora estamos muy interesados en el desarrollo de proyectos de investigación con un enfoque biomédico y social que permitan entender de la mejor manera algunas características de la tuberculosis, pero también en la aplicación de enfoques innovadores, como el análisis espacial y los modelos multinivel previamente citados, para analizar las relaciones biomédicas y su conexión con aspectos socioculturales que confluyen en la génesis de la TB. Para tal efecto, hemos iniciado propuestas de investigación en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud que en un futuro cercano nos permitirán entender aspectos no suficientemente comprendidos acerca de la tuberculosis en nuestra región.

^{*1} Los AGEB en México son subdivisiones pequeñas, relativamente permanentes, de un municipio o ciudad. Son delineados por el INEGI de acuerdo a criterios de distancia, densidad y homogeneidad del área. El tamaño de un AGEB varía ampliamente, dependiendo de la densidad del asentamiento. AGEB's urbanos generalmente incorporan 25 a 50 cuadras con una población promedio de 2,500 habitantes.

-
23. CDC. *Notices to readers nucleic acid amplification tests for tuberculosis*. MMWR. 1996; 45(43): 950-952.
 24. PERKINS MD, ROSCIGNO G, ZUMLA A. *Progress towards improved tuberculosis diagnostics for developing countries*. Lancet 2006; 367: 942-43.
 25. FRIEDEN TR, MUNSIFF SS. *The DOTS strategy for controlling the global tuberculosis epidemic*. Clin Chest Med 2005; 26: 197-205.
 26. DOHERTY TM, ROOK G. *Progress and hindrances in tuberculosis vaccine development*. Lancet 2006; 367: 947-49.
 27. DIEZ-ROUX, A. *The examination of neighborhood effects on health: conceptual and methodological issues related to the presence of multiple levels of organization*. In Kawachi, I. & Berkman, L. eds. *Neighborhoods and health*. New York, N.Y. Oxford University Press, 2003: 45-64.
 28. DUNCAN C, JONES K, MOON G. *Context, composition and heterogeneity: using multilevel models in health research*. Soc Sci Med, 1998; 46 (1): 97-117.
 29. KIM JY, SHAKOW A, MATE K *et al*. *Limited good, limited vision: multi-drug resistant tuberculosis and global health policy*. Soc Sci Med 2005; 61: 847-859.



LA PESCA DE SARDINA EN SONORA ¿ACTIVIDAD SOSTENIBLE?

DORA JULIA BORBÓN GONZÁLEZ

La pesca es una actividad sumamente importante, a nivel mundial, en nuestro país y particularmente en nuestro estado, pues la actividad pesquera no sólo genera proteína animal de excelente calidad, para consumo humano y animal, sino también es fuente de empleo y tiene un valor económico. En este trabajo, se presentan los aspectos esenciales de la pesquería de sardina Monterrey y su relación con la modelación matemática.

Dra. Dora Julia Borbón González
Departamento de Matemáticas
dborbon@gauss.mat.uson.mx

México ocupó en 1999 el lugar número 19 en producción pesquera a nivel mundial, encabezando China la lista; en ese año, Sonora ocupó el primer lugar en producción pesquera en peso vivo y desembarcado a nivel nacional y el segundo lugar en valor de la producción pesquera, después de Sinaloa, con una contribución del 18.55% al valor total de la producción pesquera anual, ocupando la sardina para consumo humano el segundo lugar nacional en peso desembarcado, después del atún (1).

En el año 2003, Sonora contribuyó con 447,714 toneladas (en peso desembarcado) al volumen total de la producción pesquera nacional, lo que equivale a un 35% del total, y ubica a nuestro estado como el primer productor pesquero nacional; esta captura generó \$2,895 millones de pesos y sostuvo el empleo a una población de 40,763 personas dedicadas a la pesca, directa o indirectamente (2, 3).

PECES PELÁGICOS MENORES

En nuestro país, la pesquería de pelágicos menores, grupo de peces al que pertenece la sardina, ha constituido por varios años uno de los principales aportes a la captura total de productos marinos, esta pesquería llega a aportar el 50% del volumen desembarcado en todo el país (4). En Sonora, hasta un 87% de la captura total anual de esta pesquería está conformada por siete especies, sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*), sardina crinuda (*Opisthonema* spp.), macarela (*Scomber japonicus*), sardina japonesa (*Etrumeus teres*), anchoveta (*Engraulis mordax*), sardina bocona (*Cetengraulis mysticetus*) y sardina piña (*Oligoplites* spp), siendo Guaymas y Yavaros los puertos principales de descarga y la sardina Monterrey, considerada la especie más preciada, quien sustenta principalmente la pesquería, representando en algunos años más del 80% de la captura (5).

En términos de volumen, las pesquerías de sardina y anchoveta son las más importantes del país; las capturas de sardina, anchoveta y otras especies afines ocuparon el primer lugar de 1980 a 1997, aunque su rentabilidad se basa más en los volúmenes de captura que en el precio de la producción; su destino principal es la reducción en harina de pescado (un 85%), la cual es utilizada como materia prima de alimento para animales, el resto se enlata y congela (6).

La pesquería de sardina en el Golfo de California inicia los primeros registros oficiales de captura de pelágicos menores en la temporada de pesca 1969-70. Esta actividad pesquera se ha mantenido hasta la fecha, sin embargo, los volúmenes de captura han tenido grandes oscilaciones, que se relacionan con altas o bajas disponibilidades de pelágicos menores para su captura (7).

Los indicadores básicos que describen el desarrollo histórico de la pesquería de pelágicos menores (particularmente de sardina Monterrey) son captura por temporada de pesca y esfuerzo pesquero ejercido durante ésta, el cual se expresa como el número de viajes efectuados durante la temporada de pesca. Esta información permite el ajuste estadístico de modelos matemáticos a los datos de captura por unidad de esfuerzo, lo cual a su vez hace posible describir la evolución de la biomasa en el tiempo de esta especie de tan grande interés comercial para nuestro estado.

INFORMACIÓN DE LA PESQUERÍA

En la figura 1 se muestra la evolución en el tiempo de las capturas de pelágicos menores, en toneladas métricas por temporada de pesca y de las capturas correspondientes sólo a sardina Monterrey, considerando la suma de las capturas reportadas en los dos principales puertos de descarga, Guaymas y Yavaros, en el Estado de Sonora

El Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Guaymas realizó durante el año de 2003 tres cruceros de investigación, cuyos resultados indican una tendencia a la baja en la abundancia relativa de la mayoría de las especies principales que constituyen los

desembarcos de peces pelágicos menores, particularmente de su componente principal, la sardina Monterrey (8). Lo anterior, es acorde con la tendencia a la baja en las capturas mostrada para ese año en la figura 1. Así mismo, dadas estas condiciones, se reafirma la necesidad de estudios que coadyuven a una toma de decisiones objetiva y adecuada con respecto a la magnitud del esfuerzo pesquero que se ejerce sobre este recurso.

La figura 2 muestra la evolución histórica del esfuerzo pesquero (viajes de pesca) ejercido en la pesquería de pelágicos menores en Sonora, desde el inicio de la pesquería, temporada 1969/1970, hasta la temporada 2002/2003.

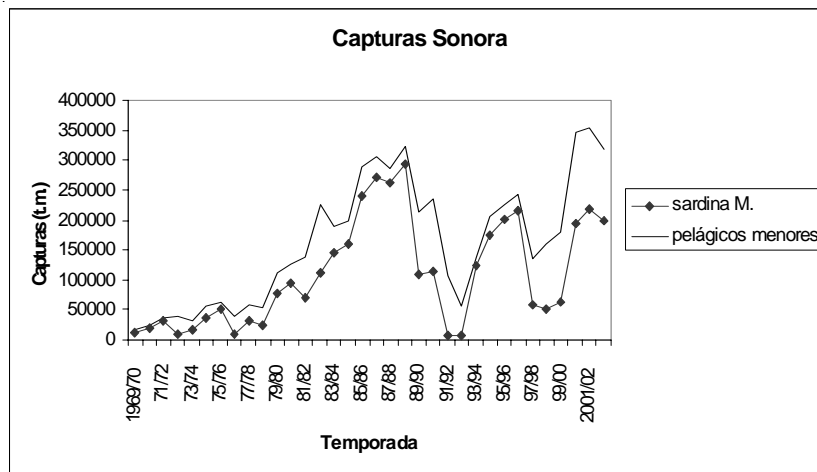


FIGURA 1. Comportamiento histórico de las capturas de peces pelágicos menores y sardina Monterrey en el estado de Sonora.

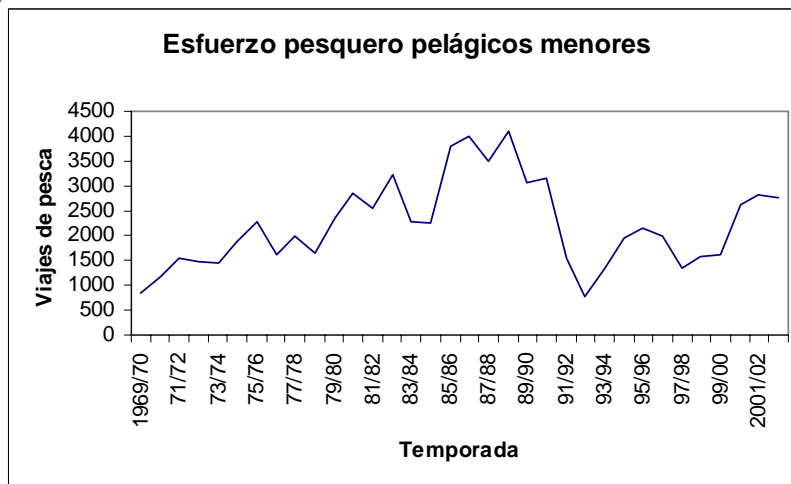


FIGURA 2. Evolución del esfuerzo pesquero en el tiempo para la pesquería de pelágicos menores en Sonora.

MODELACIÓN MATEMÁTICA

De acuerdo a C. Clark (9), la conservación de los recursos productivos es en mayor medida un problema de uso óptimo de éstos en el tiempo, por lo que la teoría (y práctica) de la conservación debe establecerse sobre modelos matemáticos explícitos de los procesos biológicos involucrados y tratarse como un problema de optimización dinámica.

Este enfoque moderno de conservación de recursos es completamente acorde con la definición de actividad o proceso sostenible: “Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma en los recursos existentes”, según la Real Academia Española de la Lengua. Por lo que el tipo de estudio adecuado para analizar si la actividad pesquera es sostenible, sería un estudio bioeconómico de la pesquería en cuestión que conjunte la información generada en ésta (capturas, esfuerzo pesquero) con la información económica pertinente relacionada a dicha actividad, tal como precio de venta del producto final, costo por viaje de pesca, etcetera.

Este tipo de estudio (10), permite analizar la idoneidad del esfuerzo pesquero ejercido, esto es, qué tan adecuado ha sido el número de viajes de pesca efectuados temporada tras temporada, con relación al nivel de biomasa del recurso explotado, lo cual nos indicaría si la pesca descansa sobre bases sostenibles o no. Para ello, se hace necesario la utilización de conceptos y resultados de la técnica matemática de Teoría de Control Óptimo (11), ya que si se plantea como objetivo el maximizar el flujo de ingresos netos descontados (a valor presente) provenientes de la pesquería, dependiendo de la tasa de descuento empleada, nivel de precio y costo por viaje de pesca, se obtiene el nivel de esfuerzo óptimo que generaría dicha utilidad.

En la actualidad, se está finalizando un estudio como el descrito y se espera que los resultados obtenidos aporten mayor información sobre el estado de esta pesquería, y que a su vez sirvan como un elemento más a considerar para una toma de decisiones más objetiva sobre la explotación de este recurso (12).

CONCLUSIONES

La explotación de los recursos naturales debiera llevarse a cabo asegurando su permanencia para el disfrute de las generaciones futuras; para ello es necesario implementar un manejo de los recursos basado en estudios bioeconómicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. SEMARNAT. 2000. Anuario Estadístico de Pesca. México.
2. INEGI. 2004. Anuario Estadístico Sonora. Gobierno del Estado de Sonora.
3. INEGI. 2005. El Sector Alimentario en México.
4. INEGI. 2004. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.
5. Martínez-Zavala M.A, M.A. Cisneros-Mata, M.L. Anguiano-Carrasco, J.P. Santos-Molina, M.O. Nevárez-Martínez, A.R. Godínez-Cota y G. Montemayor-López. 2000. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1996/97 y 1997/98. CRIP-Guaymas.
6. INP-SEMARNAP. 1999. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1997-1998. *Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca*. México. 93-116 p.
7. Cisneros-Mata, M.A., M.O. Nevárez-Martínez & M.G. Hamman. 1995. The rise and fall of the Pacific sardine, *Sardinops sagax caeruleus* Girard, in the Gulf of California, México. *CalCOFI Rep.* 36: 136-143.
8. Nevárez- Martínez Manuel O. Comunicación personal.
9. Clark, C.W. 1990. *Mathematical Bioeconomics: The optimal management of renewable resources*. Second Edition. John Wiley & Sons, New York. 386 pp.
10. Borbón-González Dora Julia. 2002. “Control Óptimo de una pesquería sujeta a un régimen de oscilaciones inducidas por colapsos y recuperaciones de los niveles de biomasa: El caso de la anchoveta norteña (*Engraulis mordax* Girard)”. Tesis de doctorado. CICESE.
11. Hocking, L.M. 1991. *Optimal Control: An introduction to the theory with applications*. Oxford University Press Inc., New York. 254 p.
12. Borbón G. Dora Julia, responsable del proyecto de investigación “Estudio bioeconómico de la pesquería de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) del Golfo de California”, apoyado por SEP.



LA CONDUCTA HUMANA EN AMBIENTES LABORALES Y LA PRODUCTIVIDAD

"QUEMARSE EN EL TRABAJO"

SÍNDROME DE AGOTAMIENTO SEVERO: BURNOUT

JAIME ALFONSO LEÓN DUARTE Y LUÍS FELIPE ROMERO DESSENS

Se expone un problema psico-social que ha despertado el interés de empresas y estudiosos de la conducta humana en los ambientes laborales, y que particularmente ha mostrado un crecimiento explosivo en las últimas dos décadas, pues incide en la pérdida de la productividad, elevados índices de ausentismo y rotación del personal que lo experimenta y que, consecuentemente, afecta directamente el funcionamiento eficaz de las organizaciones.

Jaime Alfonso León Duarte

Doctor en ingeniería industrial (Ing. De Proyectos)
Especialización Ergonomía y diseño productos
jleond@industrial.uson.mx

Luis Felipe Romero Dessens

Doctorado en Filosofía de la Ingeniería
Acentuación en Cadenas Productivas
lromero@industrial.uson.mx
Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Este artículo introduce el concepto del síndrome de agotamiento severo, burnout, y describe los aspectos más relevantes de este padecimiento psico-social, cuya importancia real ha sido recientemente identificada por las organizaciones. El síndrome de agotamiento severo afecta al elemento humano y su manifestación principal se da en forma de agotamiento emocional: que se traduce en un trato distante hacia los compañeros y los clientes, con una marcada desmotivación para alcanzar los objetivos personales y organizacionales. Este síndrome es un hecho relevante que incide en la pérdida de la productividad, elevados índices de ausentismo y rotación del personal que lo experimenta y que, consecuentemente, afecta directamente el funcionamiento eficaz de las organizaciones.

PRIMEROS ESTUDIOS DEL PROBLEMA

Este artículo exploratorio presenta un problema que ha despertado el interés de empresas y estudiosos de la conducta humana en los ambientes laborales, y que particularmente ha mostrado un crecimiento explosivo en las últimas dos décadas. Este síndrome se conoce como agotamiento severo, burnout, (Perrewé, 2002). Este padecimiento es la manifestación de un comportamiento atípico del personal que se encuentra dentro de una organización y que afecta directamente su desempeño y los resultados organizacionales. Esta afección se ha representado en tres dimensiones: agotamiento, cinismo y falta de interés en el desempeño profesional (Honkonen, 2006). Este artículo incluye una descripción breve de los efectos que este tipo de agotamiento ocasiona dentro de las organizaciones; asimismo, se describen algunos esfuerzos que se han realizado para identificar y predecir este comportamiento. De igual forma, se presentan algunas recomendaciones que han sido sugeridas por especialistas para prevenirlo.

IMPACTO DEL SÍNDROME DE QUEMARSE EN EL TRABAJO (SQT)

Todavía se considera que es muy difícil identificar y caracterizar al agotamiento severo en los individuos, así como medir su impacto en las organizaciones. La literatura destaca una mayor presencia de enfermedades de naturaleza física en pacientes afectados con el

síndrome de agotamiento severo (SQT) más que en aquéllos que no lo padecen (Honkonen, 2006). Otras investigaciones han encontrado evidencias que los pacientes afectados presentan comportamientos muy variados entre los que se incluyen actitudes negativas hacia el trabajo como la falta de compromiso y satisfacción, particularmente la reducción del desempeño en el trabajo (Halbesleben, 2004), la insatisfacción, la tensión psicológica, el abandono y la sensación de desesperanza en el trabajo (Perrewé, 2002). Entre los efectos más comunes también se han identificado el ausentismo, una rotación creciente de personal y la disminución en la calidad y la cantidad en el trabajo realizado.

Otros estudios señalan que se ha identificado que el agotamiento severo puede estar asociado con la práctica de ciertas profesiones, en sectores industriales y culturales (Hellesøy, 2000). Algunos de ellos establecen que SQT consta de tres dimensiones: agotamiento, cinismo y falta de eficacia profesional. Además, que inicialmente se identificó a actividades de servicio y con riesgo potencial para desarrollar este síndrome, específicamente en aquellas actividades donde se presta servicio directo a otras personas, asociadas con trabajos muy demandantes ligadas a falta de apoyo, sin retroalimentación y autonomía (Honkonen, 2006). Sin embargo, factores demográficos como edad, género, estado civil y escolaridad también pudieran estar asociados a este padecimiento (Honkonen, 2006). Algunos estudios han sido desarrollados en campos diversos, tales como la enseñanza (Tatar, 2003) y en el administración de sistemas de información (Yang, 2005).

CARACTERIZACIÓN DEL SÍNDROME

El estudio de este síndrome ha sido acometido por muchos autores, en los que a menudo se encuentran algunas diferencias de matiz conceptual. Esto deriva de la dificultad de definir un proceso complejo como es este síndrome, así como de discriminarlo del concepto de estrés laboral. Herbert Freudenberger (1974) describió por vez primera este síndrome de carácter clínico. Básicamente, este cuadro explicaba el proceso de deterioro en la atención profesional y en los servicios que se prestaban en el ámbito educativo,

social, sanitario, etcétera. Él lo definió como: “*una sensación de fracaso y una experiencia agotadora que resulta de una sobrecarga por exigencias de energía, recursos personales o fuerza espiritual del trabajador*”.

Cristina Maslach (1986) estudió lo que denominaba “*pérdida de responsabilidad profesional*”, así, desde el ámbito psicosocial, describía el síndrome sin estigmatizar psiquiátricamente a la persona. Para Maslach, el síndrome de *burnout* se puede dar, exclusivamente en las profesiones de ayuda (por ejemplo, entre los médicos y educadores). Las excesivas demandas emocionales externas e internas no satisfechas son las que producen la sensación de fracaso personal, tras invertir al trabajo de una carga emocional excesiva. En 1986, Maslach y Jackson, definen el síndrome como: “*un síndrome de agotamiento emocional, despersonalización y baja realización personal, que puede ocurrir entre individuos que trabajan con personas*”.

En 1988 Pines y Aronson proponen una definición más amplia, no restringida a las profesiones de ayuda: “*Es el estado de agotamiento mental, físico y emocional, producido por involucrarse en situaciones laborales con demandas emocionales*”. Las demandas psicológicas excesivas no se dan únicamente en el servicio directo al público, sino que pueden darse también en otros ámbitos laborales, como en puestos directivos, en el trabajo comercial, en la política, etcetera. Pines destaca la importancia de la calidad de las relaciones interpersonales en el trabajo, del modo de supervisión y de las oportunidades de aprendizaje continuo y desarrollo de la carrera con las que cuente el trabajador. En el cuadro 1 se detallan, desde una revisión del marco conceptual del síndrome, las conclusiones que se pueden establecer para delimitar el concepto.

Teniendo en cuenta lo expuesto, el concepto de SQT se define como: “*una respuesta al estrés laboral crónico integrada por actitudes y sentimientos negativos hacia las personas con las que se trabaja y hacia el propio rol profesional, así como por la vivencia de encontrarse emocionalmente agotado. Esta respuesta ocurre con frecuencia en los profesionales de la salud y, en general, en profesionales de organizaciones de servicios que trabajan en contacto directo con los usuarios de la organización.*”

Se trata de una respuesta al estrés cuando fallan las estrategias funcionales de afrontamiento (aquellos esfuerzos cognitivos y conductuales constantemente cambiantes que se desarrollan para manejar las demandas específicas externas y/o internas, que son evaluadas como excedentes o desbordantes de los recursos individuales). Esto no implica situar el origen o la causa en un fallo en la estructura o en la funcionalidad psíquica del trabajador, sino que son esas demandas, emocionales fundamentalmente, las que sobrepasan la capacidad y “tolerancia” del trabajador a las mismas. Así, el SQT se comporta como una variable mediadora entre el estrés percibido y sus consecuencias. En la figura 1 se describe un modelo que ilustra el proceso de generación del SQT.

·El *burnout* es consecuencia de la exposición a estresores laborales. Esta interacción del trabajador con determinadas condiciones laborales de riesgo puede provocar el síndrome, por tanto, incide sobre la salud en la persona que se deriva del trabajo.

·Es preciso que en el desarrollo del trabajo se dé un intercambio relacional intenso y duradero de trabajador-cliente, trabajador-paciente o trabajador-usuario. Esta respuesta se ha estudiado mayormente en trabajos de “servicios humanos” de ayuda. No obstante, se ha identificado en otros profesionales como directivos, mandos intermedios, deportistas, entrenadores, etc.

·La comunidad científica acepta conceptualmente el planteamiento empírico de la tridimensionalidad del síndrome (Maslach y Jackson, 1981), con la sintomatología de cansancio emocional, despersonalización y reducida realización personal.

CUADRO 1. Delimitación del concepto de SQT.

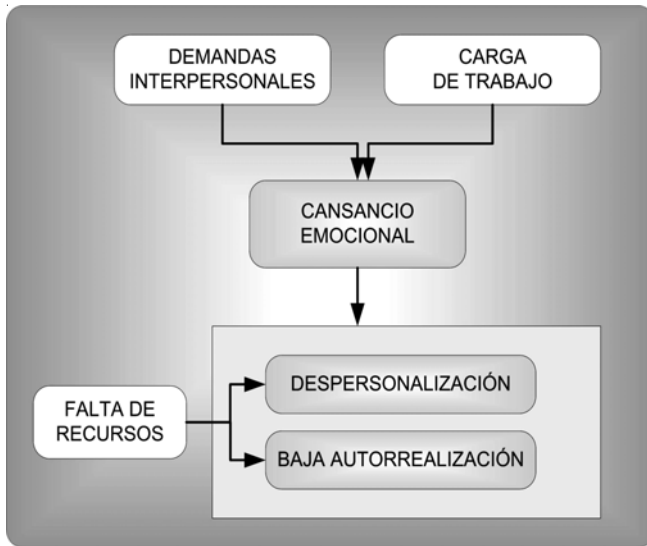


FIGURA 2. Modelo de desarrollo del SQT. Tomado y traducido de Schaufeli y Enzmann (1998).

MODELO EXPLICATIVO Y CONTEXTO ORGANIZATIVO PROPICIO AL DESARROLLO DEL SQT

De los modelos explicativos *psicosociales* del SQT, el desarrollo más ajustado al contexto técnico y legal de la prevención de riesgos lo proporcionan los modelos derivados de la *teoría organizacional*. Estos modelos resaltan la importancia de los estresores del entorno de la organización y de las estrategias de afrontamiento empleadas ante la experiencia de quemarse. Desde esta perspectiva, el SQT es una respuesta a las fuentes de estrés crónico originadas en la relación profesional-cliente y en la relación profesional-organización. Se describen como antecedentes generales del síndrome los aspectos organizativos, los relativos al diseño del puesto y las relaciones interpersonales dentro de la organización. Es por lo que se puede considerar como un modelo integrado en el proceso más amplio del estrés laboral. La figura 2, describe, desde una perspectiva psicosocial, un modelo explicativo del desarrollo del SQT.

Los estudios realizados en la búsqueda de posibles causas que originan este padecimiento o los síntomas iniciales que pudieran identificarse, con propósito de minimizarlo o reducirlo se consideran difíciles de determinar por su proximidad con el síndrome de fatiga crónica y el agotamiento vital (Honkonen, 2006). Asimismo, confunden la relación entre el agotamiento severo por su asociación con la tensión laboral (stress)

que experimentan las personas, desarrollando un ambiente en el cual es complicado diagnosticarlo con propiedad basados en evidencia anecdótica (Pines, 2005).

Se ha identificado que las personas requieren creer que las cosas que realizan son importantes y tienen un alto significado en sus vidas, proporcionando una fuerza motriz y motivacional (Pines, 2005). Por ello, se dice que hay personas que experimentan una sensación de desesperanza e insignificancia al seleccionar estudios profesionales con metas y expectativas difíciles cuando fallan en su intento de alcanzarlos, y eventualmente experimentan este agotamiento severo.

Sin embargo, estos esfuerzos no son suficientes para tipificar este padecimiento, se han realizado a nivel experimental muchos estudios y se ha caracterizado con una pérdida de identidad, agotamiento emocional y una reducción en las aspiraciones profesionales (Halbesleben, 2004). Los estudios realizados se han enfocado a identificar estos factores de manera individual y no en forma conjunta, por ejemplo: el estudio OLBI (por sus siglas en inglés: Oldenburg Burnout Inventory) se utiliza para evaluar los componentes cognitivos y físicos del agotamiento severo. Los cambios que la persona experimenta y muestra en su comportamiento, ha llevado a pensar

que SQT es un proceso que puede identificarse oportunamente y eventualmente reducirse o evitarse (Hellesøy, 2000, Perrewé, 2002), ver cuadro 2.

COMPORTAMIENTOS CARACTERÍSTICOS
· Falta de creatividad
· Falta de compromiso laboral
· Falta de amabilidad
· Deterioro en las relaciones laborales
· Deterioro en las relaciones familiares

CUADRO 2. Comportamientos Característicos del SQT

EL ENTORNO LABORAL: DESENCADENANTES DEL SQT

El origen del síndrome reside en el entorno laboral y en las condiciones de trabajo. Si bien, como es lógico, dependiendo de algunas variables de personalidad, sociodemográficas individuales o de entorno personal, pueden darse evoluciones diferentes en el desarrollo del SQT. La exposición a factores de riesgo psicosocial (en concreto, a variables como carga de trabajo, falta de control y autonomía, ambigüedad y conflicto de rol, malas relaciones en el trabajo, falta de apoyo social, falta de formación para desempeñar las tareas, descompensación entre responsabilidad-recursos-autonomía, etcetera) cuando se produce en trabajos en los que su contenido tiene unas demandas emocionales importantes y de prestación de servicios humanos, puede dar lugar a la aparición de un proceso de estrés crónico que desemboque en un daño para la salud del trabajador, el SQT.

Diferentes investigaciones han evidenciado múltiples causas del síndrome. Estos desencadenantes son aquellas demandas nocivas, cualitativa o cuantitativamente, que impactan sobre el trabajador, independientemente de las características individuales de la persona. Estas características personales de ningún modo pueden ser la causa del riesgo, sino que, en todo caso, son factores a tener en cuenta a la hora de adaptar el trabajo a la persona. De no corregir o proteger al

FACTORES DE RIESGO A NIVEL DE ORGANIZACIÓN
· Estructura de la organización muy jerarquizada y rígida
· Falta de apoyo por parte de la organización
· Exceso de burocracia, “burocracia profesionalizada”
· Falta de participación de los trabajadores
· Falta de coordinación entre las unidades
· Falta de capacitación a los trabajadores en nuevas tecnologías
· Falta de refuerzo o recompensa
· Falta de desarrollo profesional
· Relaciones conflictivas en la organización
· Estilo de dirección inadecuado
· Desigualdad percibida en la gestión de los RRHH
FACTORES DE RIESGO RELATIVOS AL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO
· Sobrecarga de trabajo, exigencias emocionales en la interacción con el cliente
· Falta de tiempo para la atención del usuario (paciente, cliente, subordinado, etc.)
· Disfunciones de rol: conflicto-ambigüedad-sobrecarga de rol
· Carga emocional excesiva
· Falta de control de los resultados de la tarea
· Poca autonomía para la toma de decisiones
· Estresores económicos
· Insatisfacción en el trabajo
FACTORES DE RIESGO RELATIVOS A LAS RELACIONES INTERPERSONALES
· Trato con usuarios problemáticos
· Relaciones conflictivas con clientes
· Dinámica de trabajo negativa
· Relaciones tensas, competitivas o conflictivas con los compañeros de trabajo
· Falta de colaboración entre compañeros en tareas complementarias
· Ausencia de reciprocidad en los intercambios sociales

CUADRO 3. Grupos de estresores susceptibles de desencadenar el SQT

sujeto de la exposición a las condiciones de trabajo de riesgo, éstas pueden determinar un SQT, si no lo remedia la resistencia o recursos personales o sociales de la propia persona. Se puede hacer una clasificación que permita identificar tres grupos de estresores susceptibles de desencadenar este SQT (ver cuadro 3).

Por otra parte, hay que tener en cuenta dos elementos asociados a la hora de gestionar el riesgo: las características individuales y los cambios supraorganizativos. Los elementos que se detallan en el cuadro 4 sin llegar a ser un índice exhaustivo, hay que considerarlos sólo a efectos de cumplir la obligación empresarial de adaptar el trabajo a la persona y no en relación a la causalidad del riesgo, en términos de RL.

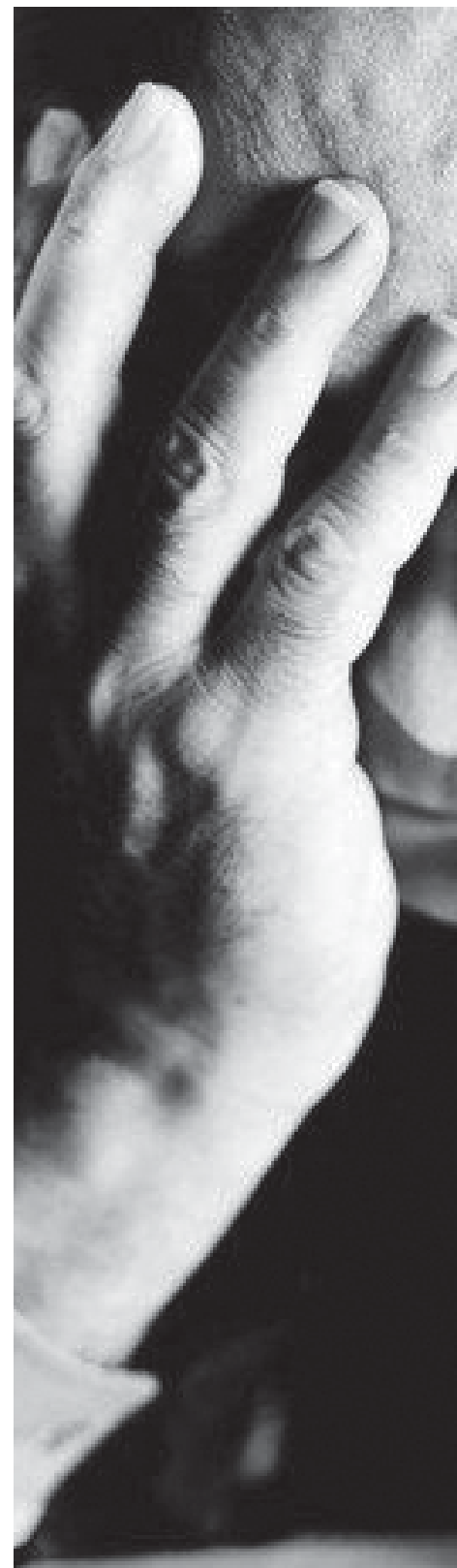
CARACTERÍSTICAS PERSONALES

- Alto grado de idealismo
- Alto grado de empatía
- Elevado grado de perfeccionismo
- Constancia en la acción
- Baja autoestima
- Reducidas habilidades sociales
- Tendencia a la sobre implicación emocional
- Baja autoeficacia percibida

CAMBIOS SUPRAORGANIZATIVOS

- Cambios tecnológicos que implican un aumento de las demandas cuantitativas y cualitativas en el servicio al usuario
- Cambios en la concepción del trabajo
- Aparición de situaciones que impliquen pérdida de estatus o prestigio
- Aparición de nuevas leyes que impliquen cambios en el ejercicio de la profesión
- Cambios en la cultura del usuario *-la sociedad de la queja-*
- Cambios en los programas de servicio
- Cambios en los procedimientos, tareas o funciones del trabajo
- Cambios en los perfiles demográficos del usuario

CUADRO 4. Elementos asociados a la hora de gestionar el riesgo



1. FASES DEL PROCESO DE DESARROLLO DE BURNOUT

Integrando los diversos estudios que describen la transición por etapas del SQT, se pueden destacar cinco fases en el desarrollo del síndrome.

a. Fase inicial, de entusiasmo. En esta etapa inicial, la persona experimenta, ante un nuevo puesto de trabajo o asignación de actividades, un gran entusiasmo, energía y la persona posee expectativas positivas de la nueva responsabilidad. No importa alargar la jornada laboral.

b. Fase de estancamiento. No se cumplen las expectativas profesionales. Se empiezan a valorar las contraprestaciones del trabajo, percibiendo que la relación entre el esfuerzo y la recompensa no es equilibrada. En esta fase tiene lugar un desequilibrio entre las demandas y los recursos (estrés); por tanto, definitiva de un problema de estrés psicosocial. El profesional se siente incapaz para dar una respuesta eficaz.

c. Fase de frustración. Se puede describir una tercera fase en la que la frustración, desilusión o desmoralización hace presencia en el individuo. El trabajo carece de sentido, cualquier cosa irrita y provoca conflictos en el grupo de trabajo. La salud puede empezar a fallar y aparecer problemas emocionales, fisiológicos y conductuales.

d. Fase de apatía. En la cuarta fase se suceden una serie de cambios actitudinales y conductuales (enfrentamiento defensivo) como la tendencia a tratar a los clientes y compañeros de forma distante y mecánica, la anteposición cínica de la satisfacción de las propias necesidades al mejor servicio al cliente y por la evasión de las tareas estresantes.

e. Fase de agotamiento severo. Colapso emocional y cognitivo, con importantes consecuencias para la salud. Además, puede llevar al trabajador al abandono del empleo por la frustración e insatisfacción.

2. SUGERENCIAS PARA LA PREVENCIÓN DEL SQT

Todavía persiste la dificultad de definir claramente este concepto, su dominio continúa siendo ambiguo y en consecuencia difícil de evaluar de una manera objetiva, clara y precisa (Hellesøy, 2000). Por lo que es conveniente desarrollar un cuerpo de conocimiento en este respecto y que incluya los antecedentes en las situaciones, en particular, que se han expuesto.

A pesar del esfuerzo dedicado al estudio del agotamiento severo dentro de las organizaciones, es necesario todavía realizar más investigación en esta dirección. Entre las sugerencias que existen en la literatura, el atender cambios en los individuos y dentro de la organización son dos enfoques que han sobresalido (Halbesleben, 2004). Se ha abordado la problemática desde una perspectiva psicológica (individual) y sociológica (colectiva o de grupo). En el cualquier caso, se han experimentado y se ha sugerido que una forma de prevención debe enfocarse en darle sentido al trabajo que desarrolla el personal en lugar de enfocarse en la reducción de la tensión laboral, situaciones en las que se espera contribuya significativamente a su reducción, esto proporciona una contribución significativa al enriquecimiento en las actividades del empleado y generalmente sin una erogación significativa (Honkonen, 2006).

CONCLUSIONES: AMBIENTE LABORAL FAVORABLE

El SQT es considerado un padecimiento que afecta el comportamiento físico y mental de los empleados y cuya presencia ha despertado un gran interés de los estudiosos de las enfermedades profesionales a nivel mundial. Existe consenso en que su presencia se manifiesta con síntomas físicos y mentales en los empleados. Los físicos se asocian generalmente con el cansancio en realizar las actividades cotidianas y algunas afecciones respiratorias y dolores músculo-esqueléticos. Por otro lado, la afección mental se relaciona con la falta de interés por superación, falta de compromiso y un desinterés por contribuir a los objetivos organizacionales. Se ha encontrado que esta afección no puede circunscribirse a alguna profesión en particular, industria y cultura, por lo que es importante estar alerta a los posibles signos que muestra el personal de cualquier empresa con el ánimo de detectarlo oportunamente y buscar alternativas para su reducción y, en su caso, su erradicación, que por su impacto en el desempeño operativo cobra cada vez una mayor importancia y afecta los logros de la empresa.

Para evitar los efectos que este problema puede ocasionar a la empresa será necesario crear un clima laboral que permita a los empleados y a su administración utilizar canales de comunicación eficientes y eficaces que faciliten y apoyen el flujo de ideas. Asimismo, desarrollar un ambiente que permita al sujeto desarrollarse dentro de condiciones productivas apoyado en sus iniciativas, y por supuesto, dentro de las posibilidades de la organización.



REFERENCIAS

1. FREUDENBERGER, H.; 1974; Staff burnout; *Journal of Social Issues*: 30; p. 159-165.
2. HALBESLEBEN J. R. B., BUCKLEY M. R.; 2004; Burnout in Organizational Life; *Journal of Management*: 30, 6; P. 859-879
3. HELLESØY O, GRØNHAUG K., KVITASTEIN O.; 2000; Burnout: conceptual issues and empirical findings from a new research setting; *Scandinavian Journal of Management*: 16; p. 233-247
4. HONKONEN T., AHOLA K., PERTOVAARA M., ISOMETÄ E., KALIMO R., NYKYRI E., AROMAA A., LÖNNQVIST J.; 2006; The association between burnout and physical illness in the general population—results from the Finnish Health 2000 Study; *Journal of Psychosomatic Research*: 61; p. 59-66
5. MASLACH, C., Y JACKSON, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behaviour*, 2, 99-113.
6. MASLACH, C., Y JACKSON, S. E. (1986). *The Maslach Burnout Inventory. Manual* (2^a ed.). Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
7. PERREWÉ P. L., HOCHWARTER W. A., ROSSI A. M., WALLACE A., MAIGNAN I., CASTRO S. L., RALSTON D. A., WESTMAN M., VOLLMER G., TANG M., WAN P., VAN DEUSEN C. A.; 2002; Are work stress relationships universal? A nine-region examination of role stressors, general self-efficacy, and burnout; *Journal of International Management*: 8; p. 163-187
8. PINES, A. M., ARONSON, E.; 1998; *Carreer burnout: causes and cures*. Nueva York: Free Press.
9. PINES A. M., KEINAN G.; 2005; Stress and burnout: the significant difference; *Personality and Individual Differences*, 39; p. 625 - 635
10. SALANOVA, M., SCHAUFELI, W.B., LLORENS, S., PEIRÓ, J.M., Y GRAU, R. (2000). Desde el 'burnout' al 'engagement': ¿una nueva perspectiva?. *Revista de Psicología del Trabajo y las Organizaciones*, 16, (2), 117-134.
11. SCHAUFELI, W. B., ENZMANN, D. (1998). *The burnout companion to study and practice: A critical analysis*. London: Taylor & Francis.
12. TATAR M., HORENCZYK G.; 2003; Diversity-related burnout among teachers; *Teaching and Teacher Education*: 19, p. 397-408
13. YANG H. J., FARN C. K.; 2005; An investigation the factors affecting MIS student burnout in technical-vocational college; *Computers in Human Behavior*: 21; p. 917-932

CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO EN AGUA Y EL USO DE LAS ZEOLITAS NATURALES

FLÉRIDA ADRIANA MEJÍA ZAMUDIO Y SALVADOR AGUAYO SALINAS

En México existe un buen número de habitantes de comunidades rurales del país que ingieren agua con concentraciones de arsénico superiores a $0.05 \text{ mg As L}^{-1}$, lo que representa un grave problema de salud pública. Dependiendo de su concentración, el arsénico es sumamente dañino a la salud del ser humano. Al ser ingerido, ocasiona lesiones tales como alteraciones en la pigmentación de la piel hasta cáncer en diferentes órganos internos, además de enfermedades neurológicas y cardiovasculares. Una alternativa de solución para la reducción de éste contaminante en aguas, es el uso de zeolitas naturales pues son capaces de adsorber metales pesados y otro tipo de contaminantes, por lo que se constituyen en uno de los materiales naturales capaces de aumentar la calidad de agua de uso humano.

I.Q. Flérida Adriana Mejía Zamudio
Estudiante del Posgrado en Ciencias en Ingeniería
fleridam@correoa.uson.mx
Dr. Salvador Aguayo Salinas
Profesor Investigador
Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia
saguayo@iq.uson.mx
Universidad de Sonora

El arsénico es un elemento común en la atmósfera, suelos, rocas, aguas naturales y organismos vivos. Su movilidad en el ambiente es debida tanto a procesos naturales como a actividades humanas⁽¹⁾. En México existe un buen número de habitantes de comunidades rurales del país que ingieren agua con concentraciones de arsénico superiores a $0.05 \text{ mg As L}^{-1}$, lo que representa una problemática nacional debido a la toxicidad de este elemento en las principales fuentes de abastecimiento de agua⁽²⁾.

El arsénico es dañino a la salud del ser humano, ya que al ser ingerido ocasiona lesiones tales como alteraciones en la pigmentación de la piel, y en casos extremos, cáncer en diferentes órganos internos ver Figural., además de enfermedades neurológicas y cardiovasculares⁽³⁾.

Algunos estudios de toxicidad de arsénico indican que muchas de las normas actuales, basadas en las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen concentraciones de arsénico muy altas, por lo que plantean la necesidad de reevaluar los valores límites, basándose en estudios epidemiológicos. La norma oficial mexicana, NOM -127-SSA1-1994, señala que el límite permisible de arsénico en agua, para consumo humano se ajustará anualmente con un cumplimiento gradual y que para 2005 corresponde a 0.025 mg L^{-1} .

EL ARSÉNICO EN EL AGUA NATURAL

La química del arsénico en medio acuoso es compleja y depende de un sin número de factores incluyendo pH, el cual es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad de una sustancia y potencial de oxidación-reducción (redox, en el cual ocurre una transferencia de electrones). Dentro de los compuestos arsenicales inorgánicos más comunes destacan las arsinas, los arsenatos y arsenitos que se



FIGURA 1. Ejemplos de cáncer de piel causado por la ingestión prolongada de aguas con arsénico.

presentan combinados, con elementos como el plomo, zinc, hierro, antimonio y azufre.

Los estados de oxidación más comunes del arsénico en agua son arsénico pentavalente [As(V), arsenato], que prevalece en aguas superficiales debido a la presencia del oxígeno atmosférico u otro oxidante que promueve su oxidación⁽⁴⁾, y trivalente [As(III), arsenito], encontrado en aguas subterráneas anaerobias y considerado este último el más tóxico. El arsénico es soluble en todo el rango de pH, es por ello que se requieren condiciones de oxidación y/o reducción moderadas o altas para favorecer el cambio de especies ya sea como As(V), As(III) o sus correspondientes productos de disociación.

¿CÓMO PODEMOS REDUCIR EL ARSÉNICO DEL AGUA?

El arsénico puede ser removido del agua de varias maneras. Existen métodos efectivos para reducir las concentraciones del arsénico en soluciones acuosas de las cuales podemos mencionar los siguientes:

1) *Coagulación/Precipitación*, es un método reconocido como uno de los más eficientes para la remoción de arsénico, en el cual las partículas se aglomeran, tal que su peso específico supere a la del agua y poder precipitar, generalmente utiliza sales de aluminio, hierro, y es muy utilizada para grandes cantidades de agua.

2) *Osmosis inversa y Electrodialisis*, estos métodos consisten de membranas que actúa como un filtro muy específico que dejen pasar el agua, mientras que retiene los sólidos suspendidos y otras sustancias a alta presión, de forma que resultan muy efectivos, con la desventaja de costos elevados, debido al reemplazo de las membranas.

3) *Adsorción*, es un método donde un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble del agua, uniéndose a la superficie del sólido mediante fuerzas físicas, han probado diferentes sólidos con alta capacidad de adsorción como carbón activado, alúmina activada, arenas, zeolitas naturales, entre otras. La adsorción resulta una metodología muy atractiva por su facilidad operativa y su costo es competitivo, debido a la disponibilidad de las zeolitas de forma natural por ejemplo en Sonora existen varios yacimientos en los poblados de Ures, Divisaderos, entre otros y sus grandes propiedades constituyen tanto para el tratamiento de aguas residuales con un alto contenido de metales pesados como agua para consumo humano con contenido de arsénico⁽⁶⁾.

¿QUÉ SON LAS ZEOLITAS NATURALES?

Las zeolitas pertenecen a la familia de los minerales aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos, que al deshidratarse desarrollan estructuras porosas y microporosas. Muchas zeolitas se encuentran en rocas sedimentarias con contenidos de cenizas volcánicas. Su formación depende de factores geológicos, físicos y químicos. Se basan en un esqueleto estructural rígido, con un gran número de cavidades, de diferentes diámetros interconectadas, dentro de las cuales pueden encontrarse cationes como sodio, potasio y calcio, además de moléculas intercambiables como agua, ver figura 2. Consisten de redes de silicatos, donde su estructura básica se forma con tetraedros de $[\text{SiO}_4]^{4-}$ y $[\text{AlO}_4]^{5-}$, unidos a través de sus vértices, formando puentes de oxígeno no lineales^(7,8).

La zeolita natural en México se puede encontrar, en Agua Prieta, El Cajón, Tétuachi, Arizpe y San Pedro

(depósito de clinoptilolita-heulandita), en el estado de Sonora. También se tienen depósitos en Oaxaca, San Luis Potosí, Puebla y Guanajuato. Sus principales aplicaciones son: en agricultura como acondicionador y fertilizante de suelos, en la nutrición de animales, acuicultura, catálisis y refinado del petróleo, gasificación del carbón, intercambio iónico y separación de gases entre otras.

Por otra parte, se reconoce la habilidad de ciertos metales o compuestos metálicos para adsorber selectivamente cationes y aniones de soluciones acuosas. Así, por ejemplo, óxidos de hierro, zirconio, hidróxido de magnesio, exhiben selectividad para adsorber arsénico. La modificación de las propiedades superficiales de las zeolitas permite establecer una selectividad para la adsorción. Recientemente, Rivera y Piña⁽⁹⁾, desarrollaron un procedimiento para preparar medios acondicionados artificialmente, con una cubierta de óxidos de hierro, en una zeolita natural tipo clinoptilolita, para la disminución de arsénico de agua potable. Moore *et al.*⁽⁹⁾, proponen adsorber arsénico en hidróxido de magnesio, cementos y/o materiales dopados con zirconio. Los resultados indican que este tipo de materiales son fuertes adsorbentes de arsénico (V) y (III).

Con el fin de remover arsénico del agua se propone, una metodología con un procedimiento de pre-tratamiento muy sencillo, el cual consiste en modificar y mejorar las propiedades de una zeolita natural específicamente *Chabazita* (depósito Divisaderos, Sonora), agregando compuestos de hidróxido de magnesio, para la obtención de una zeolita pre-tratada, tomando en cuenta diferentes factores, a analizar como pH, relación sólido/ líquido, tiempo de contacto y concentraciones de arsénico inicial.

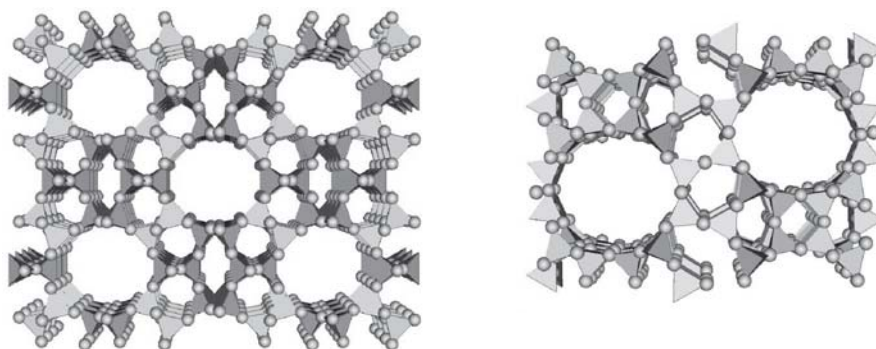


FIGURA.2. Estructura Cristalina de Zeolita Natural tipo Chabazita: $\text{Ca}_2[(\text{AlO}_2)_4(\text{SiO}_2)_8] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

RESULTADOS

Cabe mencionar, que los resultados son preliminares ya que todavía se hacen pruebas experimentales en la Universidad de Sonora. El pH, relación sólido/ líquido (S/L), tiempo de contacto (t) y concentraciones de arsénico inicial ([As]₀), fueron analizadas en un programa de computación JMP.5, llevando a cabo un diseño de experimentos de superficie de respuesta. La metodología de superficie de respuesta (MSR), es una mezcla de técnicas matemáticas y estadísticas útiles en el modelo y el análisis de problemas en los que una respuesta de interés recibe la influencia de diversas variables y donde este determina las condiciones de operación óptimas del sistema o determina una región del espacio de los factores en la que se satisfagan los requerimientos de operación.⁽¹⁰⁾

De lo cual, podemos observar en la Fig.3. no hay efectos para pH en el rango 5 a 9, ni para el tiempo ya que a los 5 minutos ya no hay cambios significativos con respecto a la respuesta Y. Sin embargo para la [As]₀ y S/L, hay cambios notorios con respecto a la respuesta la cual nos interesa que sea lo mayor posible, el área de trabajo óptimo estaría para [As]₀ arriba de 0.275 y para S/L abajo de 5.5.

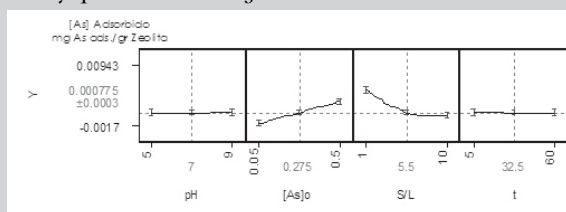


FIGURA 3. Predicción de Diseño de Experimentos

En conclusión, podemos decir que es posible adsorber arsénico de agua utilizando la zeolita natural de tipo *Chabazita*, basándose en lo observado en la figura 4, la zeolita pre-tratada, adsorbe una cantidad significativamente mayor de arsénico comparada con la no pre-tratada. Los porcentajes de adsorción de arsénico fueron de 47% y 19%, respectivamente. La metodología empleada da buenos resultados, aunque en la actualidad existen medios adsorbentes más efectivos con porcentajes hasta 85% ejemplo: Carbones activados impregnados con hierro, arenas impregnadas con manganeso, entre otros, pero con desventajas importantes como es la complejidad de su tratamiento y costo, que comparado con el pre-tratamiento que nosotros empleamos, es muy sencillo y de bajo costo y con la posibilidad de aplicaciones para columnas a nivel domiciliar.

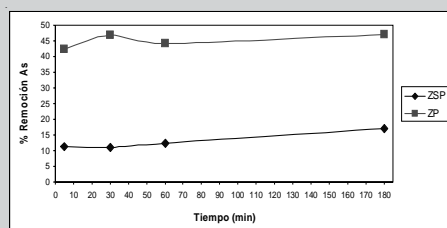


FIGURA 4. Porcentaje de remoción o reducción de arsénico con respecto al tiempo, para zeolita natural chabazita (ZSP) y zeolita pre-tratada (ZP) con concentraciones de As de 0.5 ppm.

REFERENCIAS

1. J. MATSCHULLAT. Arsenic in the geosphere. A review. *The Science of Total Environmental*, 249:297-312, 2000.
2. O.S. THIRUNAVUKKARASU, T. VIRARAGHAVAN, K.S.SUBRAMANIAN, S. TANJORE. Organic arsenic removal from drinking water. *Environmental Systems Engineering, Urban Water*. Received in revised form 6 March 2002; accepted 30 April 2002.
3. M.L. RIVERA HUERTA Y M. PIÑA SOBERANIS. Tratamiento de agua para remoción de arsénico mediante adsorción sobre zeolita natural acondicionada. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua* (2005).
4. M. POURBAIX. Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions. National association of Corrosion Engineers, Houston, Texas, EUA 2nd English Edition. pp. 516-523. (1974).
5. B. Dousova, V. Machovic, D Kolousek, F. Kovanda and V. Dornicak. Sorption of As(V) Species from Aqueous Systems. *Water, Air, and Soil Pollution* 149: 251-267, 2003.
6. K.B. PAYNE AND T.M. ABEL-FATTAH. Adsorption of arsenate and arsenite by iron-treated activated carbon and zeolites: Effects of pH, temperature, and ionic strength. *Journal of environmental science and health part a-toxic/hazardous substances & environmental engineering* 40 (4): 723-749, 2005.
7. R.R. LEYVA, M. A. SÁNCHEZ CASTILLO, M. V. HERNÁNDEZ SÁNCHEZ Y R. M. GUERRERO CORONADO. Remoción de metales pesados de solución acuosa por medio de clinoptilolitas naturales. *Rev. Int. Contam. Ambiental*, 17 (3), pp.129-136, 2001.
8. R.H. OLSON. *Zeolites Industrial Minerals*. Carr D. D. (Editor): The Society of Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. Littleton, CO.1994.
9. R. C. MOORE, K. HOLT, H. ZHAO, F. SALAS, A. HASAN AND D. LUCERO. Sand Report, Sandia National laboratories, SAND2002-3641, Nov. 2002.



EL TRAUMA: CAUSA DE MUERTE E INCAPACIDAD

LA COMPETENCIA DEL MÉDICO EN EL MANEJO EFICAZ
DEL PACIENTE POLITRAUMATIZADO GRAVE

FERNANDO HERRERA FERNÁNDEZ

El trauma, considerado como resultado de accidentes, homicidios y suicidios ocupa el tercer lugar como causa de muerte en nuestro país, por lo que es necesario formar médicos competentes con bases firmes para manejar adecuadamente al paciente politraumatizado grave. El sector salud debe contar con los recursos humanos y físicos para aliviar este problema que afecta a la población en etapa productiva.

Dr. Fernando Herrera Fernández, FACS
Maestro de la Licenciatura de Medicina
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad de Sonora
fernandoherrera@guayacan.uson.mx

El trauma, considerado como resultado de accidentes, homicidios y suicidios, ocupa el tercer lugar como causa de muerte en nuestro país (cuando se considera sólo a los accidentes, ocupa el cuarto lugar) después de las enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes mellitus⁽¹⁾.(Fig. 1)

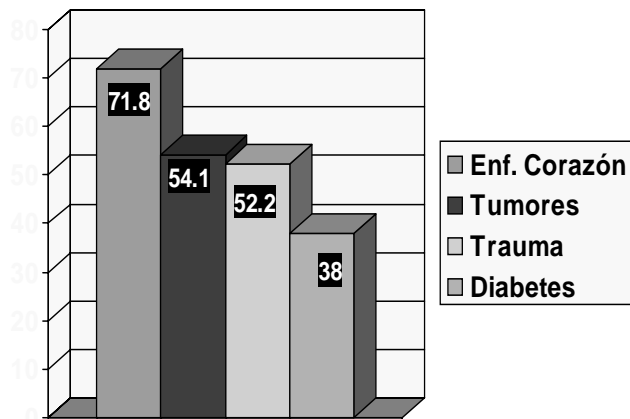


FIGURA 1. Principales causas de muerte en México por 100,000 habitantes

En los países industrializados ocupa la primera causa de muerte en los grupos de edad entre 5 y 50 años⁽²⁾, lo que significa que ocurre durante gran parte de la etapa más productiva de la vida. Así mismo, el trauma es causa dominante tanto de incapacidad temporal como permanente afectando a toda la familia; se traduce en un gasto considerable del sector salud⁽³⁾ por incapacidades (licencias médicas) que además afecta la productividad y representa pérdida considerable de años de vida saludable (AVISA)⁽³⁾

La prevención primaria (promoción de la salud y protección específica) es el método más efectivo de evitar el trauma. Pero, cuando éste sucede, es necesario que el médico sea competente para el diagnóstico inmediato de las lesiones que presenta el paciente y para el tratamiento temprano y eficaz para estabilizarlo.

El trauma desencadena respuestas fisiológicas encaminadas a mantener la homeostasis⁴. Las lesiones de gran magnitud provocan falla o pérdida súbita de los mecanismos de esta homeostasis lo que acarrea falla múltiple inmediata. Estas personas mueren en el sitio del evento de trauma.

Pero, aquellas que sobreviven lo suficiente para ser trasladadas a un centro de atención médica, tienen la oportunidad de sobrevivir si existe la suficiente

capacitación del médico tratante, aún con recursos limitados. Esta oportunidad es la llamada “la hora dorada”⁽⁵⁾.

Existe un tercer pico de mortalidad por complicaciones tardías: por falla orgánica múltiple, coagulación intravascular diseminada, síndrome de

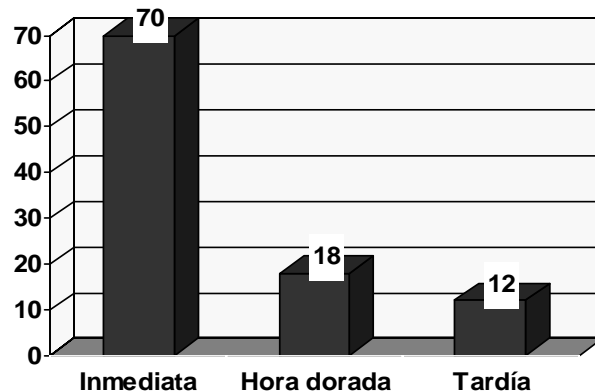


FIGURA. 2 Relación trimodal de la muerte posterior al trauma

insuficiencia respiratoria aguda del adulto y septicemia, principalmente. (fig. 2)

Los pacientes en la hora dorada con trauma grave, requieren manejo distinto al del paciente común: Dado el alto riesgo, es necesario seguir una secuencia lógica basada en las necesidades vitales prioritarias del paciente. El esquema tradicional se rompe ante la gravedad de las lesiones que pueden matar al paciente de forma inmediata por lo que la exploración del paciente y el manejo inmediato adquiere mayor relevancia y prioridad.

Es muy frecuente que el médico deba de actuar aún antes de conocer la historia, sin embargo es indispensable conocer datos muy importantes, como la cinemática (mecanismo) del trauma y otros indispensables como alergias, toma de medicamentos, enfermedades crónicas y la hora de ingesta de los últimos alimentos; información que casi siempre se obtiene de forma indirecta.

ANTECEDENTES DE LA SISTEMATIZACIÓN DEL MANEJO

En el año de 1976 en los Estados Unidos de Norteamérica, en el Estado de Nebraska, un cirujano ortopedista junto con su familia sufrió un accidente aéreo resultando todos con lesiones graves; en el sitio

del accidente, este médico, observó que la atención que el mismo brindó a su familia sobreviviente con recursos muy limitados, fue mejor que la proporcionada en un Hospital Rural cuando fue rescatado; enfatizó y promovió la necesidad de un programa de entrenamiento para médicos que habitualmente no atienden trauma.

El programa nació con esta intención, sin embargo, esta propuesta es ahora aceptada como el estándar de oro para sistematizar el manejo de los pacientes con trauma grave, método que fue ampliamente aceptado por el Colegio Americano de Cirujanos (*American College of Surgeons*) al reconocer la necesidad de que la responsabilidad primaria del paciente politraumatizado grave debe de recaer de preferencia en un cirujano.

El programa fue enriquecido, sistematizado y difundido a nivel mundial mediante un curso estandarizado y supervisado por un Comité de Trauma de dicho Colegio⁽⁶⁾.

A la fecha se ha difundido a nivel mundial y su impacto se ha reflejado en cambios en mortalidad y morbilidad, sobre todo en países en desarrollo y, como efecto secundario, también ha contribuido para mejorar el equipamiento de las salas de urgencias^(7,8).

En el Noroeste del país, desde hace más de 15 años, un grupo de instructores capacitados hemos impartido el curso estructurado de Manejo Inicial del Paciente Traumatizado Grave a alumnos de posgrado (ATLS por su nombre en inglés: *Advanced Trauma Life Support*) y hemos comprobado el impacto en los estados de Sonora, Sinaloa y Baja California Sur. Sin embargo, estos cursos están dirigidos a posgrado, es decir, para médicos con licenciatura o en trámite.

Se hace necesario y muy oportuno que el estudiante de la Licenciatura de Medicina de la Universidad de Sonora, vaya integrando sus conocimientos de anatomía, fisiología, fisiopatología, bioquímica y terapéutica, principalmente; para la aplicación cuando se encuentra ante un paciente politraumatizado grave y sin dejar de manejar algoritmos que han probado ser efectivos, tener la capacidad de diagnosticar y tratar las variables que se presenten con razonamiento científico.

MANEJO DEL PACIENTE POR PRIORIDADES

La atención del paciente politraumatizado grave se basa en prioridades y éstas se detectan en la primera revisión.

Prioridad 1. Esta revisión se refiere a los primeros minutos del ingreso del paciente al servicio de urgencias. Deberá ser sistemática y minuciosa pero, sobre todo, ordenada.

En estos pacientes el primer paso es asegurar una vía aérea permeable. El paciente puede haber perdido esta vía, ya sea por trauma directo u obstrucción mecánica. La obstrucción de la vía aérea superior en el paciente inconsciente por cuerpos extraños o por la base de la lengua, puede resolverse con maniobras específicas sencillas pero de gran trascendencia.

Estas maniobras se complementan con otras más complicadas para garantizar la vía aérea en su totalidad⁽⁹⁾. Sin embargo, debe de recalcarse la importancia de mantener inmovilizada la columna cervical ante la posibilidad de fracturas cuya manipulación/desviación pueden lesionar la médula espinal¹⁰.

El médico recurre a maniobras y al equipo: mascarilla, oxígeno, cánulas orofaríngea o nasofaríngea para la vía aérea superior. Recurre al laringoscopio para intubación endotraqueal o nasotraqueal y en caso necesario, lleva a cabo una cricotiroidotomía.^{11 (12, 13)}.

Prioridad 2. Una vez que se tiene segura la vía aérea, el objetivo será que a través de ésta ingrese aire y se intercambie el oxígeno y CO₂ por difusión a nivel alveolar, y para ello se requiere de la función pulmonar, es decir, de ventilación adecuada. Esta es la segunda prioridad lógica.

Este proceso de difusión requiere enriquecer la concentración de oxígeno que llega al alveolo, el ingreso de oxígeno en su concentración ambiental (21%) es insuficiente ante el aumento de la demanda del mismo debido a las lesiones, por lo que debe utilizarse una concentración cercana al 100%.

⁴ Es el proceso mediante el cual el organismo mismo compensa y equilibra el estado normal fisiológico del organismo

¹¹ Procedimiento quirúrgico que consiste en abrir una ventana entre el cartilago tiroideo y el primer arco de la tráquea, para reestablecer la vía aérea obstruida. Tiene el mismo objetivo que la traqueostomía pero ésta es más difícil de llevar a cabo en situaciones de emergencia.

Las células requieren para sobrevivir de metabolismo aeróbico, especialmente las cerebrales. En ausencia de oxígeno, las células recurren al ciclo anaeróbico que es insuficiente para producir la energía necesaria para sus funciones más básicas.

La función ventilatoria puede estar afectada por el trauma. Hay lesiones que ponen en peligro inmediato la vida del paciente como neumotórax¹⁴ a tensión, neumotórax abierto, hemotórax¹⁵ masivo, tamponade¹⁶ y tórax inestable principalmente; otras lesiones que pueden ser letales más tarde: contusión pulmonar, neumotórax simple, hemotórax no masivo, lesiones de diafragma y aorta (hematoma) y heridas de mediastino.

La solución de las lesiones del tórax que ponen en peligro la vida de inmediato, pueden ser resueltas por el médico en urgencias en más del 80% de los casos cuando se tiene el conocimiento y las destrezas necesarias.

El médico competente recurre cuando está indicado, a la punción torácica, la toracostomía¹⁷ y la punción pericárdica para estabilizar al paciente^(18,19,20).

Prioridad 3. Para que el intercambio a nivel alveolar se lleve a cabo, se requiere del ingreso de oxígeno a través de la vía aérea por un lado y sangre que lo distribuirá a través de la circulación por el otro. Esto, que ocurre a nivel alveolocapilar, deberá asegurarse: comprobando que el corazón (bomba) esté funcionando eficientemente, que la cantidad de eritrocitos acarreadores de oxígeno sea suficiente (volumen) y que todo el sistema circulatorio, con sus tonos y esfínteres precapilares y postcapilares, mantengan o recobren su función homeostática⁽²¹⁾.

El médico competente recurrirá a sus conocimientos para diagnosticar el estado de shock²², su causa y en su caso, el volumen sanguíneo, pérdida estimada, reposición adecuada (cristaloides²³ y coloides²⁴) e interpretar adecuadamente el tipo de respuesta al tratamiento instituido⁽²⁵⁾.

La atención del paciente conlleva la exploración, diagnóstico y tratamiento inmediato sucesivo de las

lesiones encontradas. El objetivo es estabilizar al paciente mientras se lleva a cabo un manejo definitivo, ya sea en la misma unidad o para ser trasladado a otra.

Una vez que el paciente tiene acceso al oxígeno a través de sus vías aéreas, éste se difunde adecuadamente a través de la membrana alveolocapilar, de donde es llevado a todas las células del organismo por una circulación eficaz; podemos considerar que el paciente está estable. Esta estabilidad puede ser transitoria o permanente, pero, de momento, nos permite continuar con el manejo.

Gran parte de los pacientes politraumatizados graves, ingresan con alteración del estado de conciencia. El estado de conciencia se puede evaluar con la respuesta ocular, verbal y motriz. Esta respuesta se ha clasificado a nivel mundial en la llamada Escala de Coma de Glasgow⁽²⁶⁾. El médico atribuye una escala a cada respuesta y ello permite evaluar al paciente cuando ingresa y le permite dar seguimiento a su evolución.

Prioridad 4. La calificación del estado de conciencia junto con el estado de las pupilas (para valorar lesión compresiva o directa del tercer par craneal) y la simetría de la motricidad espontánea o refleja en los dos hemicuerpos²⁷ (valoración de áreas cerebrales y/o vías piramidales), constituye el examen que permite detectar déficit neurológico.

El diagnóstico oportuno de las lesiones neurológicas, particularmente las producidas por hipertensión intracraneana (por hematomas) es muy importante ya que el manejo oportuno contribuye a la prevención de lesiones mortales o incapacitantes⁽²⁸⁾. El médico competente tomará las medidas pertinentes para hiperoxigenar temporalmente al paciente⁽²⁹⁾, hidratar, usar diuréticos osmóticos, indicar estudios y proceder adecuadamente mientras se lleva al paciente al manejo definitivo.

Finalmente, en la primera revisión, el paciente debe ser despojado de toda su indumentaria, expuesto y examinado totalmente, procurando protegerlo contra el frío (hipotermia). Muchas lesiones en el dorso

¹⁴ Entrada de aire entre el pulmón y la pared torácica, ocasiona que el pulmón se colapse y se comprometa el aporte de oxígeno en el organismo.

¹⁵ Se acumula sangre entre el pulmón y la pared torácica.

¹⁶ Se acumula sangre entre el músculo cardíaco y la bolsa fibrosa que lo envuelve, llamado pericardio, comprometiendo la función cardíaca.

¹⁷ Instalación de un tubo desde el exterior del tórax, que permite la expansión del pulmón colapsado, resuelve un neumo o hemotórax

²² Síndrome caracterizado por taquicardia, alteración del estado de conciencia, vasoconstricción de la piel, baja de la cantidad de orina, hipotensión; que puede tener varias causas. En Trauma la más frecuente es hemorragia.

²³ Soluciones electrolíticas que se administran por las venas.

²⁴ Sangre.

²⁷ Para fines de exploración neurológica, hablamos de hemicuerpos izquierdo o derecho tomando en cuenta que la innervación a los mismos es cruzada.

pueden pasar inadvertidas por lo que el paciente debe ser movilizado como si se tratara de un tronco³⁰ (para evitar lesiones vertebrales) por varios miembros del equipo de salud.

Al final o en el transcurso de esta primera revisión, el médico se apoyará con el laboratorio y en imagenología para corroborar sus diagnósticos clínicos y llevar el seguimiento. En condiciones ideales, cuando está indicado se debe recurrir a la Tomografía Axial Computada, ultrasonido y laboratorio. Utilizará el equipo necesario para punciones venosas superficiales y profundas y aplicará los drenajes necesarios.

Una vez que el paciente está estabilizado, se debe de reevaluar al paciente y revisar las sondas y/o drenajes instalados; después, se procede a la segunda revisión o revisión secundaria.

La revisión secundaria se apega más al examen clínico tradicional. Debe efectuarse de cabeza a pies en forma minuciosa. Incluye la revisión de los estudios de gabinete y laboratorio solicitados. Los resultados de esta segunda revisión complementan los hallazgos de la primera.

El médico competente habrá diagnosticado y estabilizado al paciente, procederá a disponer su traslado (cuando esté indicado) para tratamiento definitivo.

Tanto la primera revisión como la segunda, las reevaluaciones y las medidas reanimación y terapéutica, constituyen en su conjunto lo que hoy llamamos “Evaluación Inicial de paciente politraumatizado grave”.

Si bien los médicos adquieren conocimientos y habilidades necesarias para el diagnóstico y tratamientos adecuados de estos pacientes, en los últimos años se han difundido a nivel mundial una metodología con secuencia o prioridades de acuerdo a las necesidades y demandas del organismo que ha resultado exitosa. Sin embargo, creemos que el manejo eficaz del trauma debe basarse además, en conocimientos de ciencias básicas como parte de la formación del médico desde etapas tempranas para lograr la comprensión de la fisiopatología en el traumatizado y para enriquecer al médico con más recursos cognitivos, psicomotores y afectivos que lo hagan más competente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estadísticas vitales. www.salud.gob.mx.
2. Advanced Trauma Life Support for Doctors. American College of Surgeons. Committee on Trauma. Instructor Course Manual. ISBN 1-880696-09-6. 2004
3. AVIÑA J: Vigilancia epidemiológica de eventos violentos y no intencionales. La Información en Salud. Universidad Nacional Autónoma de México. McGraw-Hill Interamericana Editores, SA de CV, 2002; 137-148.
5. FELICIANO DV, MOORE EE, MATTOX KL (eds) Trauma. 3rd Edition. Stamford Connecticut, Appleton & Launge, 1996.
6. COLLICOTT PE, HUGHES IK: Training in Advanced Life Support. Journal of the American Medical Association 1980; 243(1):1156-1159.
7. ALI J, ADAM R, BUTLER AK, et al: Trauma outcome improves following the Advanced Trauma Life Support Program in developing country. Journal of Trauma 1993; 34 (6): 890-898.
8. ALI J, ADAM R, STEDMAN M, HOWARD M, et al: Advanced Trauma Life Support Program increases emergency room application of trauma resuscitative procedures in a developing country. Journal of Trauma 1994; 36(3): 391-394.
9. GUILDNER CV: Resuscitation-opening the airway. A comparative study of techniques for opening an airway obstructed by the tongue. Journal of American College of Emergency Physicians 1976; 5:588-590.
10. MAJERNICK TG, BENIEK R, HOUSTON JB, et al: Cervical spine movement during orotracheal intubation. Annals of Emergency Medicine 1982; 15(4): 417-420.
12. BRANTIGAN CO, GROWW JB SR: Cricothyroidotomy: elective use in respiratory problems requiring tracheostomy. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery 1976; 71:72-81.
13. KRESS TD, et al: Cricothyroidotomy. Annals of Emergency Medicine 1981; 10:468.
18. MULDER DS, SCHENNID H, ANGOOD P: Thoracic injuries: Trauma, Volume 1. Chicago, Yearbook, 1986.
19. RICHARDSON JD, ADAMS L, FLINT LM: Selective management of flail chest and pulmonary contusion. Annals of Surgery 1982; 196.
20. CALLAHAM M: Pericardiocentesis in traumatic and nontraumatic cardiac tamponade. Annals of Emergency Medicine 1984; 13 (10): 924-945.
21. CLOUTIER CT: Pathophysiology and treatment of shock. Trauma Surgery. Philadelphia, JB Lippincott, 1988, pp 27-44.
25. GUYTON AC, LINDSEY AW, KAUFMAN BN: Effect of mean circulatory filling pressure and other peripheral circulatory factor son cardiac output. American Journal of Physiology 1955; 180:463-468.
26. MARION DW, CARKUER ON: Problems with inicial Glasgow Coma Scale assesment caused by prehospital treatment of patients with head injuries: results of a nacional survey. Journal of Trauma 1994; 36 (1) :89-95.
28. ANDREWS BT, CHILES BW, OLSEN WL, et al: The effect of intracerebral hematoma location on the risk of brainstem compression ando n clinical outcome. Journal of Neurosurgery 1988; 69: 518-522.
29. MUIZELAAR JP, MARMAROU A, WARD JD, et al: Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: a randomized clinical trial. Journal of Neurosurgery 1991; 75: 731-739.

³⁰ Evitar torsiones o flexiones que puedan dañar la columna vertebral y a la médula

LAS ELECCIONES Y LAS MATEMÁTICAS, ¿DEMOCRACIA JUSTA?

OSCAR MARIO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

En nuestro sistema electoral, el cual permite varias alternativas para elegir un ganador, no podemos determinar cuál de los varios resultados posibles (seleccionar al mejor, al peor, al menos peor, etc.) se obtiene. Esto dependería del método utilizado para decidir la elección y de las preferencias de los electores respecto a los candidatos entre sí. Esto es evidente en las pasadas elecciones, sobre todo en las federales, en donde se tuvo que decidir por un candidato que obtuvo aproximadamente el 35% de los votos, sin importar las preferencias del otro 65% que no votó por él. Considerando que la votación es el medio por el cual una sociedad democrática toma decisiones, se requiere una teoría de votación. Debe haber una manera razonable para que dicha sociedad tome decisiones basadas en números. Las matemáticas, con sus herramientas, proporcionan la respuesta, pero ésta es sorprendente y lejos de ser simple.

M. C. Oscar Mario Rodríguez Sánchez
Maestro del Departamento de Matemáticas
oscarmar@gauss.mat.uson.mx

En 1952, el economista matemático Kenneth Arrow descubrió que no hay un método consistente por medio del cual una sociedad democrática pueda hacer una elección que sea siempre justa, cuando dicha elección debe ser hecha de entre varias (tres o más) alternativas. Este hecho se conoce como teorema de imposibilidad de Arrow. En 1972, Arrow recibió el Premio Nobel en Economía por sus contribuciones a la teoría matemática de la toma de decisiones sociales.

PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Se está realizando una votación para elegir al presidente del club de matemáticos angustiados. Hay cuatro candidatos: Alicia, Baltasar, Carmen y David (abreviados con A, B, C, D). Cada uno de los 37 miembros del club indican en una boleta su primera, segunda, tercera y cuarta preferencia (no se permiten empates en boletas individuales). Agrupando las boletas que tienen el mismo orden de preferencias, es decir, las boletas de los miembros que votaron exactamente de la misma manera, se obtiene la tabla siguiente:

Número de votos	14	10	8	4	1
Primera preferencia	A	C	D	B	C
Segunda preferencia	B	B	C	D	D
Tercera preferencia	C	D	B	C	B
Cuarta preferencia	D	A	A	A	A

Ahora el problema es determinar ¿quién debe ser presidente y por qué?

Una de las suposiciones básicas es que las preferencias individuales son transitivas, es decir, si un elector prefiere más a X que a Y y más a Y que a Z, entonces es razonable suponer que dicho votante prefiere más a X que a Z.

En otras palabras, si en una boleta el orden de preferencia es C, B, D, A, se entiende que no solamente el elector prefiere a C sobre B, B sobre D y D sobre A, sino que también prefiere a C sobre D, C sobre A y B sobre A.

Otra suposición es que las preferencias relativas no se alteran por la eliminación de un candidato. Esto es: si un elector prefiere a X sobre Y, Y sobre Z y Z sobre W y si por alguna razón Y sale de la contienda, las

otras preferencias relativas se conservan. Es decir, el elector prefiere a X sobre Z y a Z sobre W

ELECCIÓN POR EL MÉTODO DE MAYORÍA RELATIVA

En este método gana el candidato que obtenga la mayoría de los votos de primera preferencia.

En el ejemplo:

A tiene 14 votos de primer lugar

B tiene 4 votos de primer lugar

C tiene 11 votos de primer lugar

D tiene 8 votos de primer lugar

Por lo tanto, la ganadora por el método de mayoría relativa es Alicia.

Este método es una extensión natural de la regla de mayoría: en una elección entre dos candidatos, el que obtenga la mayoría, es decir, más de la mitad de los votos es el que gana. Solo que esta regla no siempre se puede usar cuando hay mas de dos candidatos. En esta votación la mayoría sería 19 votos y ninguno de los cuatro candidatos los obtuvo.

En el lenguaje de teoría de votación se dice que el método de mayoría relativa satisface el siguiente:

Criterio de mayoría: Si hay un candidato que es la primera preferencia de una mayoría de los votantes, entonces ese candidato debe ser el ganador de la elección.

Sin embargo, este es un método muy pobre para elegir al ganador de una elección entre mas de dos candidatos. No toma en cuenta las preferencias que no sean al primer lugar. En este ejemplo, la mayoría de los votantes (23 de los 37), considera que Alicia es la menos indicada para ser presidente.

El método de mayoría relativa viola el siguiente principio básico de imparcialidad:

Criterio de Condorcet: Si hay un candidato o alternativa que gane en una comparación uno a uno entre él y cualquier otra alternativa, entonces ese candidato o alternativa debe ser el ganador de la elección.

ELECCIÓN POR EL MÉTODO DE CONTEO DE BORDA

En este método a cada lugar en una boleta se le asignan puntos. En el ejemplo se le asignaría un punto al cuarto lugar, dos puntos al tercer lugar, tres puntos al segundo lugar y cuatro puntos al primer lugar. Así, como A tiene 14 votos a primer lugar, 10 a cuarto, 8 a cuarto, 4 a cuarto y 1 a cuarto

B tiene 14 votos a segundo lugar, 10 a segundo, 8 a tercero, 4 a primero y 1 a tercero, C tiene 14 votos a tercer lugar, 10 a primero, 8 a segundo, 4 a tercero y 1 a primero D tiene 14 votos cuarto lugar, 10 a tercero, 8 a primero, 4 a segundo y 1 a segundo.

Por lo tanto:

A obtiene $56 + 10 + 8 + 4 + 1 = 79$ puntos

B obtiene $42 + 30 + 16 + 16 + 2 = 106$ puntos

C obtiene $28 + 40 + 24 + 8 + 4 = 104$ puntos

D obtiene $14 + 20 + 32 + 12 + 3 = 81$ puntos

Así el ganador de la elección por el método de conteo de Borda es Baltasar.

Sin embargo, existen casos en que el método de conteo de Borda viola el criterio de mayoría, y también puede violar el criterio de Condorcet.

Algunas elecciones se deciden usando variaciones del método de conteo de Borda, por ejemplo para seleccionar el ganador del trofeo Heisman (un premio anual dado al mejor jugador colegial de fútbol).

ELECCIÓN POR EL MÉTODO DE MAYORÍA RELATIVA CON ELIMINACIÓN

Es una variación del método de mayoría relativa y se realiza por rondas aplicando el siguiente procedimiento:

Primera ronda: Se cuentan los votos a primer lugar para cada candidato. Si un candidato tiene una mayoría de votos a primer lugar, ese candidato gana. De otra manera, se elimina el candidato o candidatos si hubiera empates, con el menor número de votos al primer lugar.

Segunda ronda: Se tacha el nombre(s) del candidato(s) eliminado de la lista de preferencias y se recuentan los votos a primer lugar. Si un candidato tiene una mayoría de votos a primer lugar, se le declara

ganador. De otra manera, se elimina el candidato con el menor número de votos a primer lugar.

Siguientes rondas: Se repite el proceso. Cada vez se elimina uno o mas candidatos.

Primera ronda:

En la tabla se aprecia que:

A tiene 14 votos a primer lugar

B tiene 4 votos a primer lugar

C tiene 11 votos a primer lugar

D tiene 8 votos a primer lugar

Por lo tanto, como B tiene el menor número de votos a primer lugar, se tacha de la lista. Con lo que se tiene una nueva lista de preferencias:

Número de votos	14	10	8	4	1
Primera preferencia	A	C	D	D	C
Segunda preferencia	C	D	C	C	D
Tercera preferencia	D	A	A	A	A

Esta tabla se puede simplificar juntando los votos de acuerdo a las preferencias:

Número de votos	14	11	12
Primera preferencia	A	C	D
Segunda preferencia	C	D	C
Tercera preferencia	D	A	A

Segunda ronda:

A tiene 14 votos a primer lugar

C tiene 11 votos a primer lugar

D tiene 12 votos a primer lugar

Por lo tanto, C queda eliminado por tener el menor número de votos a primer lugar. Al simplificar los votos de acuerdo a las preferencias se obtiene una tabla con solo dos contendientes

Número de votos	14	23
Primera preferencia	A	D
Segunda preferencia	D	A

Tercera ronda:

A tiene 14 votos a primer lugar

D tiene 23 votos a primer lugar

Por lo tanto, el ganador aplicando este método es David.

Una variación de este método ha sido usada por el Comité Olímpico Internacional para seleccionar las

ciudades en donde se desarrollarán los Juegos Olímpicos.

El método de mayoría relativa con eliminación puede violar el criterio de Condorcet, así como otros criterios.

ELECCIÓN POR EL MÉTODO DE COMPARACIÓN DE PAREJAS

Cada candidato compite con cada uno de los otros. Cuando compiten dos candidatos (digamos X y Y), cada voto se le asigna a X o a Y de acuerdo al orden de preferencias indicado por el elector. (X gana los votos de todos los electores que consideraron a X arriba de Y). Una comparación entre X y Y puede dar como resultado un triunfo para X (1 punto), un empate ($\frac{1}{2}$ punto para cada uno), o una derrota para X (0 puntos). Al candidato con el mayor número de puntos después de que se tabulan todas las comparaciones por parejas, se le declara ganador.

En la elección analizada, los 14 votantes representados en la primera columna prefieren a A sobre B, pero los otros 23 votantes prefieren a B sobre A. Por lo tanto, en una comparación entre A y B, B es

el ganador y obtiene 1 punto, mientras que A obtiene 0 puntos.

Los resultados de la comparación por parejas es:

A contra B (14 a 23); B es el ganador

(B obtiene 1 punto)

A contra C (14 a 23); C es el ganador

(C obtiene 1 punto)

A contra D (14 a 23); D es el ganador (

D obtiene 1 punto)

B contra C (18 a 19); C es el ganador

(C obtiene 1 punto)

B contra D (28 a 9); B es el ganador

(B obtiene 1 punto)

C contra D (25 a 12); C es el ganador

(C obtiene 1 punto)

Al final A logró 0 puntos, B 2 puntos, C 3 puntos, y D 1 punto.

Por lo tanto la ganadora de la elección por este método es Carmen.

También este método puede violar algún criterio, como es el caso en los otros métodos ilustrados.

CONCLUSIONES

En este ejemplo se ha mostrado que la aplicación de un método distinto puede conducir a un ganador distinto. Esto se resume en la siguiente tabla de ganadores.

Ganador	Método de votación
Alicia	Mayoría relativa
Baltasar	Conteo de Borda
David	Mayoría relativa con eliminación
Carmen	Comparación de parejas

Cuando sólo hay dos candidatos, es obvio que gana quien tiene la mayoría. Los métodos ilustrados en este ejemplo se utilizan normalmente para tomar decisiones cuando existen varias alternativas, como son, entre otras: seleccionar ganadores de premios deportivos, seleccionar sedes olímpicas.

Del ejemplo también se deduce que el método de segunda ronda, no garantiza que la selección de un ganador sea de acuerdo a las preferencias electorales

de los ciudadanos. Del ejemplo también se deduce que el método de segunda ronda, no garantiza que la selección de un ganador sea de acuerdo a las preferencias electorales de los ciudadanos.

Frecuentemente es importante no solo saber quien es el ganador de una elección, sino también quienes quedaron en segundo, tercero, etcétera.

Existen estrategias recursivas para determinar el orden. Recordemos que se debe considerar cual método de votación se utilizó.

Existen también la votación no preferencial. Un ejemplo de ésta es el voto de aprobación.

En el método de votación pesada, la opinión de algunos votantes tienen más peso que la opinión de otros.

Se tiene además: el juego de poder, posibilidades de reelección, peso de las coaliciones, coaliciones perdedoras o ganadoras, peso de un dictador, etcétera.

BIBLIOGRAFÍA

-TANNENBAUM PETER, ARNOLD ROBERT; *Excursions in Modern Mathematics*; Prentice Hall.

LA TUBERCULOSIS Y EL SISTEMA INMUNE

ADRIANA GARIBAY ESCOBAR Y JESÚS HERNÁNDEZ LÓPEZ

*La tuberculosis es una enfermedad infecciosa, provocada por una bacteria llamada *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*). Esta bacteria fue descrita por primera vez por el gran investigador Robert Koch, y por ello es conocida también como “bacilo de Koch”. A pesar de que la tuberculosis es una de las enfermedades más antiguas del mundo, ésta sigue representando un verdadero problema de salud pública.*

Dr. Adriana Garibay Escobar.

Doctora en Inmunología por la ENCB-IPN.

Maestra de Tiempo Completo

Departamento de Ciencias Químico Biológicas
de la Universidad de Sonora.

agaribay@guayacan.uson.mx.

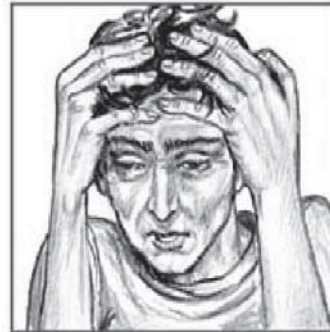
Dr. Jesús Hernández López.

Doctor en Inmunología por la UNAM.

Investigador en el Departamento de Nutrición

del Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C.

jhdez@ciad.mx



La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que un tercio de la población mundial está infectada con el bacilo de Koch, y cada año mueren 2 millones de personas por tuberculosis (5). El 98% de las muertes por esta enfermedad ocurren en países en desarrollo. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) estima que en los años del 2000 al 2020, aproximadamente 1000 millones de personas habrán contraído tuberculosis, 200 millones habrán tenido la enfermedad sintomática y 35 millones habrán fallecido por esa causa (4).

Por todo esto, la OMS y la OPS así como los ministerios de salud de los diferentes países del mundo, han definido como uno de los objetivos de desarrollo del milenio acabar con la tuberculosis (4, 5).

¿CUÁLES SON LOS SÍNTOMAS DE LA TUBERCULOSIS?

La tuberculosis es una enfermedad que afecta principalmente a los pulmones, pero puede afectar otros órganos también, por ejemplo los riñones. Los primeros síntomas de la tuberculosis son cansancio, fiebre, sudores nocturnos y pérdida de peso (6). Posteriormente se presentan la tos, el dolor de tórax y ronquera. Otro síntoma que se presenta en el paciente cuando la enfermedad ha avanzado considerablemente, es la presencia de sangre en el esputo que el enfermo arroja en cada expectoración (figura 1).

Debido a que los pacientes con tuberculosis pulmonar tosen constantemente, es posible el contagio de persona a persona a través de las gotas de saliva infectadas por la bacteria (6) (figura 2).

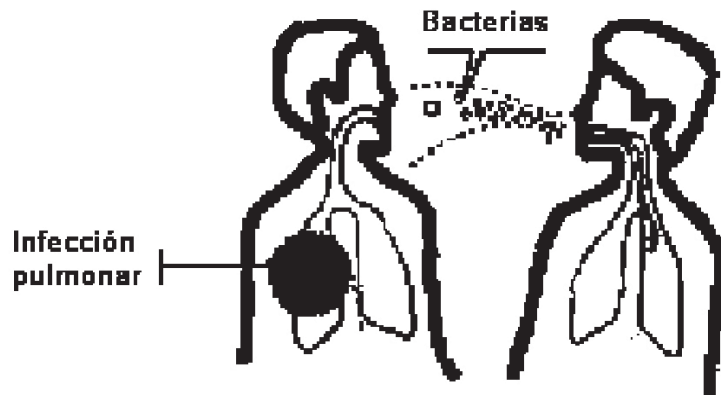


FIGURA 1. Los síntomas de la tuberculosis pueden ser desde cansancio, fiebre, sudores nocturnos, pérdida de peso, tos, dolor de tórax, ronquera, hasta presencia de sangre en expectoración.

FIGURA 2. La tuberculosis pulmonar puede contagiarse de persona a persona a través de la saliva contaminada por la bacteria *M. tuberculosis*, debido a que el paciente tose frecuentemente.

LAS BUENAS NOTICIAS EN TUBERCULOSIS

No todo son malas noticias respecto a la tuberculosis. La primera noticia buena es que no todas las personas infectadas con *M. tuberculosis* desarrollan la enfermedad y quienes la desarrollan pueden curarse.

A pesar de que el bacilo de Koch es una de las bacterias más difíciles de controlar y eliminar, actualmente existe una excelente estrategia de detección y curación llamada Tratamiento Acortado Estrictamente Supervisado (TAES), que se ofrece gratuitamente a la población por parte de los ministerios de salud a nivel mundial (5). Este tratamiento se ofrece también a los mexicanos a través de la Secretaría de Salud.

Además, existe una vacuna contra la tuberculosis (BCG) que es aplicada en forma gratuita a nivel mundial. La otra buena noticia en el tema de la tuberculosis es la existencia del sistema inmune.

¿QUÉ ES EL SISTEMA INMUNE?

Durante mucho tiempo, una fuerte interrogante en el tema de la tuberculosis fue ¿por qué de todos los infectados el 90% NO enferma? La respuesta es: gracias a su sistema inmune.

El sistema inmune, conocido también como “el sistema de defensa”, es una amplia red de células y moléculas de nuestro organismo que ha evolucionado para defendernos de las enfermedades (1). Ejemplos de células del sistema inmune son los glóbulos blancos o leucocitos de la sangre. Así mismo, un ejemplo de moléculas del sistema inmune son los anticuerpos que también circulan por el torrente circulatorio (1). Estos elementos actúan de manera organizada para eliminar los agentes infecciosos, entre ellos *M. tuberculosis*.

LA TUBERCULOSIS Y EL SISTEMA INMUNE

Cuando el bacilo de Koch logra ingresar a nuestro organismo vía respiratoria, se aloja en los alvéolos pulmonares en donde se pueden presentar tres situaciones: 1) el bacilo es eliminado de inmediato por las células inmunes; 2) el bacilo puede permanecer en estado de latencia sin provocar enfermedad; o bien, 3) se puede establecer la tuberculosis activa a causa de la infección.

El primer caso se presenta cuando un individuo se encuentra con un sistema inmune en buenas condiciones, afortunadamente esto es lo que sucede en la gran mayoría de los casos (90%). Sin embargo, cuando una persona se encuentra inmunodeprimido, es decir, bajo en sus defensas, es posible que curse con la enfermedad activa, o bien pase de un estado de latencia a la etapa activa (6).

Una vez que el bacilo de Koch ha ingresado a los organismos de los individuos, son los macrófagos alveolares los que se encargan de eliminarlo. Los macrófagos son células inmunes especializadas en ingerir y matar agentes infecciosos, esta actividad la realizan con la ayuda de otras células conocidas como linfocitos. Entonces se establece una gran lucha entre *M. tuberculosis* y el sistema inmune, en la que casi siempre el vencedor es el sistema inmune (6).

En este escenario no solamente participan los macrófagos y los linfocitos, también participan otras poblaciones celulares del sistema inmune, tales como las células dendríticas y las células B. También entran en acción una gran cantidad de moléculas inmunes con el fin de eliminar al bacilo, entre estas moléculas se encuentran importantemente un conjunto de proteínas solubles llamadas citocinas, anticuerpos y también proteínas que se expresan en las membranas de las células inmunes.(Figura 3)

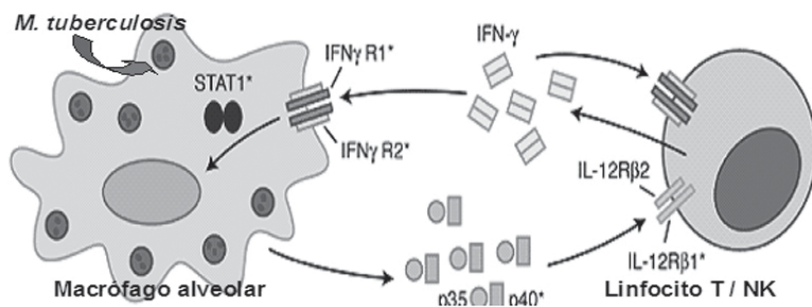


FIGURA 3. Cuando *M. tuberculosis* infecta el organismo es captado por los macrófagos alveolares y se inicia la activación del sistema inmune hasta que es eliminado.

De todo esto, es posible señalar que el sistema inmune juega un papel central en la defensa del organismo en contra de la tuberculosis. También es importante destacar que esto lo hace en una forma perfectamente regulada (1, 6, 7), es decir, los elementos del sistema inmune realizan sus funciones como un verdadero equipo de trabajo, por ello casi siempre triunfa.

Sin embargo, existen algunos pacientes en los que su sistema inmune está muy deteriorado (inmunodeficientes) y casi nunca logran resolver la enfermedad, tal es el caso de los pacientes con VIH/SIDA. Hay otros pacientes con inmunodeficiencias menos severas que promueven una alta susceptibilidad a la tuberculosis y que difícilmente resuelven la enfermedad (2, 3).

Todo esto confirma la gran importancia que el sistema inmune juega en la tuberculosis. A la fecha hay mucho conocimiento al respecto, sin embargo, el hecho de que aún existan en el mundo millones de casos nos indica la necesidad de seguir estudiando esta enfermedad y su relación con el sistema inmune (7).

INVESTIGANDO LA RELACIÓN DEL SISTEMA INMUNE Y LA TUBERCULOSIS

Actualmente en la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (DCBS) de la Universidad de Sonora, se está desarrollando la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): “Inmunología de la Tuberculosis”. En ésta se están realizando varios proyectos en los que inicialmente se realizó una “Evaluación Inmunológica de Pacientes con Tuberculosis”, misma que incluyó la determinación de diferentes células inmunes como los linfocitos B, linfocitos T y sus subpoblaciones (cooperadora, citotóxica y reguladora) en muestras de pacientes con tuberculosis. Otro proyecto en curso es la “Evaluación de la función y expresión del receptor de la IL-12” en el que se está midiendo la proteína soluble *Interleucina* 12 así como la proteína de membrana IL-12R. También se están estudiando diferentes poblaciones celulares productoras de otras proteínas solubles importantes en la defensa contra la tuberculosis tales como la IL-2 e IFN- γ . Y para imitar un poco el trabajo en equipo que el sistema inmune realiza, se han iniciado los proyectos “Procesamiento y presentación de antígenos de *M. tuberculosis*” y “Evaluación química y biológica de productos naturales con actividad anti-micobacteriana” en el Cuerpo Académico Biología y Bioquímica (CABB) del Departamento de Ciencias Químico Biológicas (DCQB).

Agradecimiento:
Fondos Mixtos Sonora-Conacyt proyecto No. SON-2004-C01-025

BIBLIOGRAFÍA.

1. ABBAS, AK & LICHTMAN AH. 2006. Cellular and Molecular Immunology. 5th ed. Saunders. Philadelphia, PA. USA.
2. CASANOVA, JL & ABEL L. 2002. Genetic dissection of immunity to mycobacteria: the human model. *Annu Rev Immunol.* 20:581-620.
3. GARIBAY-ESCOBAR. 2005. Defectos en la expresión de las proteínas de membrana que predisponen a una alta susceptibilidad a tuberculosis. *REB.* 24(2):54-58.
4. <http://www.paho.org/>
5. <http://www.who.int/en/>
6. ROM, WN & GARAY, SM. 2003. Tuberculosis. 2nd ed. Lippincott Williams Wilkins. Philadelphia, PA. USA.
7. KAUFMANN SH. 2006. Tuberculosis: back on the immunologists' agenda. *Immunity.* 24(4):351-357.

NUEVOS MICROSCOPIOS DE POTENCIA DESARROLLADOS EN LA UNISON

JAVIER ARMANDO DURÁN FAVELA Y RAÚL GARCÍA LLAMAS

La necesidad de ver objetos invisibles al ojo humano condujo tanto a la invención de los telescopios como de los microscopios y con ello a su evolución hasta alcanzar en la actualidad, para el caso de los microscopios, avances sumamente importantes.

Javier Armando Durán Favela
Doctor en Física
jduran@posgrado.cifus.uson.mx
Raúl García Llamas
Doctor en Física
ragal@cajeme.cifus.uson.mx
Laboratorio de fotónica
Departamento de Investigación en Física

Paralelo al desarrollo de microscopías, el avance de la nano-óptica, es decir, la creación de dispositivos ópticos con dimensiones en el intervalo nanométrico (una millonésima de milímetro), hizo necesario el contar con métodos de medidas distintos a los convencionales para adaptarse a estas dimensiones. Nanotecnología es el nombre con el que se conoce hoy a este campo.

Los microscopios ópticos convencionales son construidos, desde su invención, con sistemas ópticos a base de lentes o espejos para formar las imágenes magnificadas de objetos pequeños y sus detalles. Son instrumentos poderosos con un amplio campo de aplicación. Sus imágenes están basadas sobre el principio de interferencia de las ondas de luz o de ondas materiales, tales como ondas electrónicas.

Por otro lado, los microscopios no convencionales, forman imágenes al “recoger” la respuesta óptica de los objetos observados en distancias menores, que longitud de onda de la luz utilizada e interpretando como imágenes las señales recogidas por una fibra óptica con punta nanométrica. Este microscopio óptico moderno se muestra en la figura 1. Las imágenes

obtenidas con esta técnica tienen una resolución mayor que las obtenidas por microscopios ópticos convencionales, es decir, se pueden visualizar objetos mas pequeños que los que pueden ser observados con un microscopio óptico común.

La carrera inicial hacia la microscopía moderna se puede visualizar a partir de los trabajos de German Ernest Abbe y Lord Rayleigh a finales del siglo XIX cuando desarrollaron el concepto de “límite de difracción de resolución espacial”. Este principio fundamental establece que con la luz, al igual que con cualquier fenómeno ondulatorio usado para microscopía, no es posible alcanzar resoluciones espaciales menores que aproximadamente la mitad de la longitud de onda utilizada $d = \lambda / (2 n \text{sen}\theta)$; n es índice de refracción del medio donde se propaga la luz proveniente de las muestras a observar, λ la longitud de onda y θ el ángulo de incidencia. Al producto $n \text{sen}\theta$ se le llama Apertura Numérica del objetivo o NA). A este límite se le conoce como *límite de Abbé* o *límite de difracción*; que de manera natural, condujo a preguntarse si este límite en la resolución no podría ser superado. En otras palabras, este límite es el menor tamaño del objeto que podemos observar con un microscopio óptico.

Para evitar este problema en la resolución, en 1928 Edward Hutchinson Synge (1) planteó utilizar el campo electromagnético que se produce al hacer pasar luz a través de una apertura o agujero, de dimensiones similares a la longitud de onda de la luz utilizada, hecho sobre una placa o película opaca. A este campo se le conoce con el nombre de *campo cercano* u *ondas evanescentes*.

Aunque él no pudo demostrarlo debido a limitaciones tecnológicas, en 1972, esta idea fue realizada por primera vez por Ash and Nichols utilizando microondas (2).

Después de la invención y desarrollo de métodos SPM (Scanning Probe Microscopy), desde STM (Scanning Tunneling Microscope) de Binnig y Rohrer en 1982 hasta AFM (Atomic Force Microscope), las ideas de Synge, en el rango del visible, fueron demostradas experimentalmente en 1984 por Lewis *et al.*, (3). y Pohl *et al.*, (4) casi simultáneamente.

En 1989, casi al mismo tiempo, R.C. Reddick *et al.*, (5) presentaron el PSTM (Photon Scanning

EL SNOM

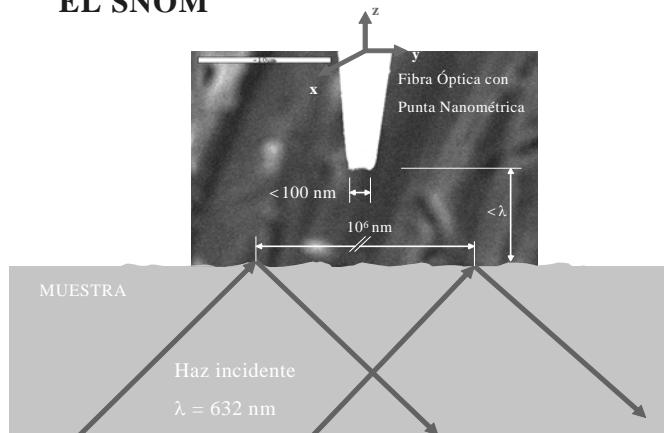


FIGURA 1. Composición gráfica del SNOM¹. Consiste de una fibra óptica con una punta afilada menor que 100 nm, a la cual se le llama nanopruera, el otro extremo se encuentra conectado a un foto-detector, el cual genera una señal. La punta se barre en el plano paralelo a la muestra (de color gris claro) a una distancia del orden de la longitud de onda con que se ilumina la muestra. A la señal detectada como función de los puntos en el plano, se le denomina la imagen de campo cercano. El objeto a estudiar debe ser del orden del tamaño de la punta a fin de ser detectado por el sistema.

SNOM son las siglas en inglés de la microscopía de barrido de campo cercano

Tunneling Microscope) como una analogía al STM y una variante del mismo D. Courjon *et al.* (6) desarrollaron el STOM (Scanning Tunneling Optical Microscope).

Los tipos de técnicas que trabajan con el campo cercano, tales como el SNOM o NSOM, PSTM o STOM, ASNOM, entre otros, tienen diferentes configuraciones de trabajo, dependiendo del aspecto y naturaleza de la iluminación del espécimen y de la detección de la señal (7).

COMPARACIÓN ENTRE ALGUNOS TIPOS DE MICROSCOPIAS

Al igual que con los otros tipos de microscopios de alta resolución espacial; con el SNOM se busca estudiar propiedades de interés para la investigación de nanoestructuras como: tamaño y forma, composición química, estructura molecular, además de propiedades dinámicas.

El microscopio óptico clásico sobresale por su selectividad espectroscópica, es decir, por utilizar luz de diferentes colores (diferentes longitudes de onda) y además por trabajar en tiempo real. Pero su resolución se limita por la difracción a $\lambda/2$, i.e. es decir 0.2-0.5 micras para el caso de la luz visible.

Con el SEM (Scanning Electron Microscope) se obtienen imágenes de resolución 10 nm y requiere que las muestras por estudiar sean conductores eléctricos además de ser operado en vacío, lo cual limita su aplicación en ciencias biológicas.

El AFM (Atomic Force Microscope) y el STM (Scanning Tunneling Microscope) tienen resolución espacial similar al SEM sin proporcionar información de propiedades ópticas, pero con una gran definición en la obtención de perfiles topográficos. En la figura 2 se presenta un resumen gráfico de las resoluciones que algunos tipos de microscopía han alcanzado a lo largo de la historia de acuerdo a Polh (8).

El SNOM trabaja con cualquier tipo de muestras y es de no contacto pero tiene menor resolución que AFM, STM y SEM de aproximadamente 50-100 nm, y depende de la calidad y tamaño de la apertura de la fibra utilizada.

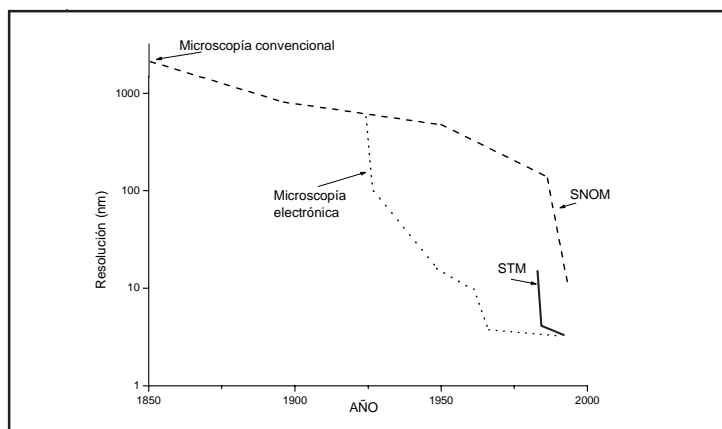


FIGURA 2. Resumen gráfico de las resoluciones alcanzadas por diferentes tipos de

ÁREAS DE ESTUDIO DEL CAMPO CERCANO

Existe una gran cantidad de trabajos de investigación donde se aplica el SNOM. Algunos de éstos, y mencionados de manera muy general, son los análisis químicos de superficies en donde se hacen estudios de detección y espectroscopía de moléculas simples, investigaciones de cristales líquidos y películas Langmuir-Blodgett, además de espectroscopía y fluorescencia de películas de polímeros, entre otros. Ejemplos en el área de biología pueden ser imágenes obtenidas de proteínas sencillas y membranas fotosintéticas, sensores químicos combinados con puntas de SNOM para estudiar el interior de células vivas para obtener información acerca del citoplasma sin matar el espécimen (referencias sobre todos los trabajos mencionados ver ref (9)).

En el caso del estudio de superficies de materiales sólidos existen una gran cantidad de trabajos teóricos y experimentales ((10), (11) y (12)) donde se utiliza el campo cercano producido por plasmones de superficie, los cuales se definen como oscilaciones colectivas de los electrones en la interfase metal-dieléctrico. Por otro lado, la caracterización de superficies y detección de cambios locales en los índices de refracción en guías de ondas donde se acopla luz láser han sido también abordados con el SNOM (13).

Avances sumamente interesantes en la aplicación de las técnicas del SNOM están relacionados con las primeras imágenes del movimiento ondulatorio de un excitón (14), el cual es esencial para la operación de láseres en reproductores de CD y diferentes tipos de scanners, y que además juega un papel importante para las futuras tecnologías de la computadora cuántica. En consecuencia, este tipo de técnicas puede ser aplicadas en el futuro para observar la naturaleza ondulatoria de otras partículas nanométricas.

Por último queremos mencionar que un microscopio de campo cercano se encuentra en su etapa final de construcción en laboratorio de fotónica del Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora.

Este trabajo está basado en parte de la introducción de la Tesis de Maestría en Física que en Junio de 2005 presentó el M.C. Javier A. Durán Favela.

Agradecimiento:

Al Dr. Francisco Brown Bojorquez del Departamento de Investigación en Polímeros por su asistencia en la Micrografía SEM presentada en la figura 1.

BIBLIOGRAFÍA

1. E. H. SYNGE, "A suggested method for extending the microscopic resolution into the ultra microscopic region", *Philos. Mag.* **6**, 356 (1928).
2. E. A. ASH AND G. NICHOLS, "Super-resolution aperture scanning microscope", *Nature* **237**, 510 (1972).
3. A. LEWIS *et al.*, "Development of a 500 Å spatial resolution light microscope", *Ultramicroscopy* **13**, 227 (1984).
4. D. W. POHL *et al.*, "Optical stethoscopy : Image recording with resolution $1/20$ ", *Appl. Phys. Lett.* **44**, 674 (1986).
5. R. C. REDDICK *et al.*, "New form of scanning optical microscopy", *Phys. Rev. B* **39**, Num 1, 767.
6. D. COURJON *et al.*, "Scanning tunneling optical microscopy", *Optics communication* **71**, 23 (1989).
7. D. W. POHL AND D. COURJON, eds., *Near Field Optics*, Kluwer, Dordrecht, 1993.
8. D. W. POHL, "Advances in Optical and Electron Microscopy", Eds. Sheppard, C.J.R. and Mulvey, London: Academic press 1991.
9. M. A. Paesler and P.J. Moyer, *Near Field Optics Theory, Instrumentation and Applications*, John Wiley & Sons, 1996.
10. M. Specht *et al.*, "Scanning Plasmon Near-Field Microscope", *Phys. Rev. Lett* **68**, 476 (1992).
11. Smolyaninov *et al.*, "Imaging of surface plasmons scattering by lithographically created individual surface defects", *Phys. Rev. Lett* **77**, 3877 (1996).
12. Smolyaninov *et al.*, "Experimental study of surface plasmon scattering by individual surface defects", *Phys. Rev. B*, **56**, 1601 (1997).
13. D. P. Tsai *et al.*, "Photon scanning tunneling microscope study of optical waveguides", *Appl. Phys. Lett.* **56** (16), 1515 (1990).
14. K. Matsuda *et al.*, "Near-field optical mapping of exciton wave function in a GaAs quantum dot", *Phys. Rev. Lett* **91**, 177401 (2003).



UNIVERSIDAD DE SONORA

Consortio de Universidades Mexicanas



12

ACADEMIA

CÁTEDRA NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMPETITIVIDAD ACADÉMICA: UN RETO DE LAS UNIVERSIDADES
CÁTEDRA NACIONAL CUMEX DE INGENIERÍA CIVIL
"EMILIO ROSENBLUETH", EDICIÓN 2006

DAGOBERTO BURGOS FLORES

El programa para las cátedras nacionales reivindica el trabajo de colaboración entre académicos de distintas universidades, en busca de un fin común: la calidad en la educación superior. Constituye, además, un intento de conjugar distintas formas de interactuar y de pensar, que a la vez enriquezcan el trabajo de todos los participantes del Consorcio. Un ejemplo de ello son los resultados de la cátedra de Ingeniería Civil realizada en la Universidad de Sonora durante el 2006.

Dagoberto Burgos Flores
Candidato a Doctor en Ciencias
en Tecnología Ambiental.
Área de formación disciplinar:
Hidráulica, Hidrología, Ambiental,
Ciencias y Tecnología
Departamento: Ingeniería Civil y Minas
dburgos@dicym.uson.mx



El 29 de noviembre de 2004, la Presidencia de la República y la Secretaría de Educación Pública hicieron un reconocimiento a las instituciones de educación superior que, mediante procedimientos de evaluación externa, demostraron tener altos índices de calidad. Esto motivó a las universidades públicas distinguidas a formar un consorcio y crear un espacio para la consolidación y fortalecimiento de la educación superior pública del país.

En el año de 1991 surgen los Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior (CIEES), y en el año 2000 nace el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) para garantizar los procesos de mejoramiento de la calidad de la educación superior. Es así como en el marco de este esfuerzo intenso y sostenido de mejora, surge el Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex), con el objetivo de construir un espacio común de la educación superior en el país, que tiene como finalidad convertirse en referente de la buena calidad de los programas educativos del nivel superior que se ofrecen en México y en el mundo.

El 3 de mayo de 2005, después de cinco meses de trabajo, los rectores de las siguientes nueve universidades se reúnen en la Universidad de San Luis Potosí y suscriben el convenio de colaboración para dar inicio a los trabajos del Consorcio y establecer una alianza de calidad por la educación superior: Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de Estado

de Hidalgo, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad de Colima y la Universidad Occidente de Sinaloa.

El convenio establece que el CUMex estará integrado por universidades del país, cuya característica principal sea que más del 75% de su matrícula se encuentre inscrita en programas educativos reconocidos o acreditados por su buena calidad en el sistema nacional de evaluación: nivel I en CIEES o acreditados.

LA UNIVERSIDAD DE SONORA COMO DÉCIMA INTEGRANTE

El Rector de la Universidad de Sonora (UNISON), Dr. Pedro Ortega Romero, solicitó el 27 de junio de 2005 la incorporación de la institución a su cargo al Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex), al haber obtenido el reconocimiento de calidad en 24 programas de educación superior por el Sistema Nacional de Evaluación y Acreditación.

LA COMPETITIVIDAD ACADÉMICA: META INSOSLAYABLE

El Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex) Constituye un espacio común para la educación superior de buena calidad en el país, con una alta competitividad académica:

- Expresada por los altos índices de egreso y tasa de empleo, superiores al 77% de sus egresados.

- Vigorosos sistemas tutoriales que prestan servicios a más del 80% de retención y eficiencia terminal generacional del CUMex, de las más altas del país.
- Respaldo por 329 programas educativos de técnico superior, profesional asociado y licenciatura, reconocidos por el sistema nacional de evaluación y acreditación.
- Una planta académica constituida por 6,918 profesores de tiempo completo, de los cuales el 75.68% tiene estudios de posgrado y de ellos el 23.6% con doctorado.
- 780 cuerpos académicos y 2,150 líneas de generación y aplicación innovadora del conocimiento.
- Opera bajo siete áreas del conocimiento: Ingeniería Civil, Arquitectura, Biología, Contabilidad y Administración, Psicología, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Medicina.
- Los objetivos principales son los de contribuir de manera eficaz en la construcción de un espacio común de la educación superior en el país y ser referente de la buena calidad de los programas educativos del nivel superior que se ofrecen en México y en el mundo. Con este afán crea una red efectiva de colaboración que observa lo siguiente:
- Propicia el análisis de compatibilidad y comparabilidad de programas educativos a través de expertos, siguiendo la metodología de Tuning utilizada en la Unión Europea.
- Busca la convergencia de la educación superior en áreas de interés mutuo mediante el desarrollo de perfiles profesionales.
- Facilita la generación y aplicación innovadora del conocimiento a través de las cátedras nacionales Carlos Chanfón en arquitectura, Emilio Rosenblueth en ingeniería civil, Ignacio Chávez en medicina, Julieta Heres Pulido en psicología, Juan Luis Cifuentes en biológicas, Aline Schunemann en medicina veterinaria y zootecnia y Agustín Reyes Ponce en administración y contabilidad.



- Crea redes intercontinentales de colaboración e intercambio académico entre cuerpos académicos que sirvan como ejemplos exitosos de cooperación técnica, científica y tecnológica.
- Establece sistemas de reconocimiento de créditos para impulsar la movilidad de estudiantes.

Actualmente son quince Instituciones que integran el CUMex, que además de las mencionadas anteriormente se tienen las siguientes: Universidad de Sonora, Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad Autónoma del Estado de México y el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

PRIMERA EXPERIENCIA: CÁTEDRA DE INGENIERÍA CIVIL EN LA UNISON

La Universidad de Sonora fue designada sede de la Cátedra de Nacional Ingeniería Civil “Emilio Rosenblueth” durante el 2006. Esta cátedra se llevó a cabo a través del Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la División de Ingeniería.

Las áreas del conocimiento de la ingeniería civil son muy variadas: estructuras, procesos constructivos, geotecnia, hidrología e hidráulica, sistemas de saneamiento, por mencionar algunas. Por lo tanto, con fundamento en las diferentes líneas de investigación de los cuerpos académicos de las universidades pertenecientes a este consorcio, así como de los programas tanto del sector de productivo, cámaras, colegios de ingenieros y arquitectos, programas de construcción de los tres niveles de gobierno, se planteó como tema general el de vivienda, como un rubro integrador de las áreas mencionadas

Sin embargo, para cubrir las diferentes fases en la elaboración de una vivienda se manejaron tres grandes rubros, cubiertos en tres sesiones, con una duración de 1 semana cada una a lo largo del año: Primera sesión “Vialidades y Cuencas Urbanas”, realizada del 27 al 31 de marzo de 2006; segunda sesión “Materiales y Procesos Constructivos”, llevada a cabo del 12 al 16 de junio de 2006 y tercera sesión “Prospectivas Tecnológicas”, del 16 al 20 de octubre 2006. Cada una de ellas con sus respectivos objetivos para cumplir tanto con el objetivo general de la cátedra. A Continuación se describen brevemente:

1. VIALIDADES Y CUENCAS URBANAS

El objetivo de esta sesión se orientó hacia el mejoramiento de la calidad de vida de las personas y la protección de los bienes inmuebles, mediante alternativas para el control de avenidas pluviales, así como propuestas de materiales para pavimentación con una mayor tolerancia al desgaste. De de la exposición y desarrollo de temas, así como de las mesas de trabajo con los asistentes a esta primera sesión surgieron dos líneas de investigación: diseño de pavimentos y sistemas hidrológicos.

2. MATERIALES Y PROCESOS

El objetivo de esta sesión fue el de plantear líneas de investigación comunes enfocadas al desarrollo de nuevos materiales y procesos constructivos; estableciendo vínculos de colaboración entre cuerpos académicos afines. Para lograr la formación de esta red, se expusieron y analizaron algunos temas cuyo enfoque se basó en la importancia desde varios puntos de vista: vivienda, la sociedad y la ingeniería. Considerando que muchos de los materiales se usaron en miles de años, se siguen usando en nuestros días como es la madera, la tierra y la mampostería. Como resultado de esta sesión se generó una red: materiales y procesos en la vivienda (con 4 líneas de investigación), análisis de diseño y rehabilitación de estructuras, diseño de edificaciones energéticamente eficientes, productividad de la construcción, diseño y construcción lean.

3. PROSPECTIVAS TECNOLÓGICAS

El objetivo fundamental de esta sesión es el de conocer la visión de los expertos relacionado con el uso de nuevas tecnologías en el ámbito de la ingeniería civil, así como retroalimentar las líneas de investigación de los cuerpos académicos, y fortalecer los procesos constructivos actuales. A través de esta sesión se generó una nueva línea de investigación a la red de investigación, materiales y procesos en la vivienda, la cual se denominó materiales para construcción.

REDES DE COLABORACIÓN Y PROYECTOS CONJUNTOS

Los acuerdos emanados de las reuniones CUMex se pueden resumir en lo siguiente:



- Se conforman las redes de colaboración formadas con la inclusión de nuevos miembros en algunas de ellas.

- Dar continuidad tanto a las redes como a sus respectivas líneas de investigación a través de la sede de la Cátedra Nacional de Ingeniería Civil, edición 2007, Universidad Autónoma de Yucatán.

- Elaborar un plan de trabajo en conjunto para impulsar y consolidar las redes formadas.

- Analizar la factibilidad de establecer un posgrado interinstitucional de las facultades de Ingeniería Civil a través de CUMex.

- Crear una revista de divulgación científica a través de CUMex para fortalecer el programa de redes.

- Elaborar un inventario tanto de recursos humanos como de infraestructura, de los cuerpos académicos involucrados en las redes, con el fin de compartir estos recursos y garantizar el éxito de los proyectos que se generen.

- Se contemple la integración de estudiantes de los estudiantes de las instituciones adscritas a CUMex y de esta forma promover la movilidad estudiantil a través de los proyectos que emanen de las redes y líneas de investigación.

- Los líderes de las redes y responsables de las líneas de investigación generadas deberán elaborar un plan

de trabajo que contemple la integración de miembros de cuerpos académicos de instituciones adscritas a CUMex y que por alguna razón no estuvieron presentes en esta sesión y cuyas líneas de investigación aplique a las planteadas. Una vez que se realicen dichos contactos, se generaren proyectos de investigación de común acuerdo.

- Promover la vinculación entre iniciativa privada-gobierno-universidades, para impulsar proyectos de beneficio mutuo y colaboración.

La experiencia de esta primer cátedra de Ingeniería Civil representa una innovación en la organización de los programas de las instituciones de Educación Superior en el país. Para la División de Ingeniería y en particular para el programa de Ingeniería Civil esta experiencia constituyó un parte-aguas en la vida académica de las instituciones participantes, porque representa el aprovechar al cien por ciento las capacidades humanas, la infraestructura física de ellas, lo cual redundará en la creación de proyectos de investigación conjuntos no importando las distancias geográficas. Permitirá fortalecer la docencia creando comunidades y líderes académicos a través de redes de colaboración, y permitirá avanzar en estrategias de vinculación con los sectores productivos y de gobierno para abordar las problemáticas de los ejes temáticos que se abordaron en esta primera cátedra.



PROYECTO SEMILLA DE LA INVESTIGACIÓN DESARROLLO TECNOLÓGICO EN TRANSPORTE EN SONORA

RAFAEL BOJÓRQUEZ MANZO

El Departamento de Ingeniería Civil y Minas estrecha relaciones con la Universidad Politécnica de Madrid, España para promover el proyecto de investigación titulado “Establecimiento de Estrategias para la Implantación de Actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sistemas de Transportes, Logística y Vialidad” el cual se da en el marco de la convocatoria 2006 de ayudas para la realización de actividades con Latinoamérica. Es así como se realizó una primera reunión de trabajo del 4 al 8 de noviembre de 2006 en la que participaron los cuerpos académicos de ambas universidades. La sede fue en el campus de la Universidad de Sonora.

M. C. Rafael Bojórquez Manzo
Maestro del Departamento de Ingeniería Civil y Minas
rafabojo@dicym.uson.mx

OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Incremento de la vinculación entre las dos Universidades y en particular entre los departamentos participantes
- Establecer las bases para la implantación en la Universidad en Sonora de actividades de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de Sistemas de Transportes y Vialidad en colaboración con el Departamento de Ingeniería Civil y Minas y la de Transportes de la UPM.
- Explorar la posibilidad de establecer programas de intercambios de profesores y estudiantes para apoyar el proceso de consolidación del cuerpo académico de Geotecnia y Transportes de la UNISON.
- Desarrollar cauces de comunicación del Departamento de Ingeniería Civil y Transportes de la UPM, con la Universidad de Sonora y con asociaciones profesionales de la Ingeniería Civil y la Ingeniería de Transportes de su ámbito.

ACTIVIDAD INICIAL EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MINAS

El jefe del Departamento de Ing. Civil el M.I. Jesús Quintana Pacheco previó establecer actividades específicas de investigación que sean alcanzables de acuerdo a las fuentes de información y recursos materiales y humanos disponibles. Además de atender a un sustento teórico importante, también se busca considerar las necesidades y problemas prácticos que principalmente se encuentran en el área de influencia de la UNISON. Todo ello en materia de Sistemas de Transportes, Logística y Vialidad. En la etapa de

análisis y desarrollo del proyecto se considera pertinente recoger la experiencia e inquietudes de profesionales del sector.

FORMACIÓN ACADÉMICA EN TRANSPORTE: PRIORIDAD

El proyecto forma parte del programa de formación académica de profesores del DICyM actualmente cuatro profesores del departamento se encuentran desarrollando estudios de doctorado en la Universidad Politécnica de Madrid.

PROGRAMA DE TRABAJO:

- Entrevista con directivos de la División de Ingeniería y de la universidad de Sonora y el del DICyM
- Reunión de Trabajo. Consejo Consultivo de Transportes, representantes de dependencias federales, estatales y municipales del Sector. Centro SCT Sonora, SIDUR, Junta de Caminos, Ayuntamiento de Hermosillo, AMIVTAC, Academia - CA de Geotecnia y Transportes.
- Visitas a terminales e instalaciones de transporte en la Ciudad.
- Conferencia: "Programas y auditorias de seguridad vial", Dr. Ing. José Maria Pardillo de la Universidad Politécnica.
- Reunión de trabajo con Academia y Cuerpos Académicos (CA) de Geotecnia y Transportes. Estudio de fortalezas y requerimientos para la implantación de líneas de investigación.

- ## RESULTADOS
- Se dio inicio a la elaboración de un programa de investigación en el ámbito de transportes, logística y vialidad fortalecimiento de actividades de vinculación y cooperación entre los departamentos participantes.
 - Se involucró a los diversos sectores gubernamentales y privados relacionados con el transporte en Sonora.
 - Se sentaron las bases para fortalecer la colaboración entre Universidad Politécnica de Madrid España y la Universidad de Sonora.

Para los interesados en mayor información del proyecto:

Página Web del proyecto: <http://www.caminos.upm.es/ict/dep1.ht>

En la Universidad de Sonora: Departamento de Ingeniería Civil y Minas,

Rafael Bojorquez, Teléfono. Clave lada 2592183, e-mail: rafabojo@dicym.uson.mx

CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL ESTADO DE SONORA

LEY DE FOMENTO A LA INNOVACIÓN Y AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DEL ESTADO DE SONORA 2007

RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ Y SANDRA M. GÓMEZ CUADRAS

En este escrito se propone la creación del Centro de Innovación Científica y Tecnológica de Sonora, como organismo responsable de planear, coordinar y ejecutar los proyectos estratégicos de desarrollo, que fomenten la competitividad y la innovación, el desarrollo científico y tecnológico y que dentro de sus políticas integre a los diversos sectores de la sociedad (público, privado, social, instituciones de educación superior, centros de investigación). Actualmente el Congreso del Estado de Sonora inició la consulta de la sociedad en torno a la Ley de Ciencia y Tecnología para su aprobación, la ley representa un avance significativo, pero no suficiente, para que el estado cuente con un programa de desarrollo estatal basado en el conocimiento, que conlleve a la innovación científica, tecnológica y a la competitividad.

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez
Coordinación de Difusión y Divulgación
Científica y Tecnológica
pacheco@correom.uson.mx
M.C. Sandra M. Gómez Cuadras
Coordinación del Programa de Educación
Continua y Vinculación con la Industria
smgomez@iq.uson.mx
División de Ingeniería

Una de las grandes dificultades que afronta nuestro país para la competitividad frente al resto del mundo es la desvinculación que existe entre la empresa y las instituciones académicas y de investigación, además del escaso apoyo que se le brinda a este rubro por parte de los gobiernos federal y estatal.

Una característica fundamental de la nueva economía global es la profunda transformación tecnológica y organizativa de la producción y el trabajo, hecho que también influye de una manera progresiva en las orientaciones de la economía, la cultura y la política y los aspectos sociales y educativos del quehacer humano. La productividad, competitividad y el empleo son las actividades más sensibles a los efectos de la globalización y tiene que ver con los niveles de calidad de vida de la población.

El predominio del conocimiento y de la ciencia y tecnología en el campo de la producción y del desarrollo es insoslayable, por lo que es plausible la iniciativa que el 6 de octubre de 2006 envió el Gobernador del Estado de Sonora Ing. Eduardo Bours Castelo, al Congreso del Estado para su análisis y aprobación, en su caso, para contar con el marco normativo de un programa de desarrollo basado en la ciencia y la tecnología para la innovación con un impacto social. En la Ley de Ciencia y Tecnología es un paso importante pero no suficiente, pues será necesario crear las estructuras operativas que permitan integrar a los sectores que generan el conocimiento nuevo (universidades y centros de investigación), sector privado, sector público y definir estrategias y proyectos innovadores que aborden la formación de recursos humanos competitivos, proyectos de investigación de desarrollo regional, fomentar una cultura científica y tecnológica de la sociedad, fortalecer la educación y el perfil profesional acorde a los nuevos retos, estimular la producción y el desarrollo sustentable del estado.

EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

En cualquier programa de ciencia y tecnología, las universidades, tecnológicos y centros de investigación, desempeñan un papel fundamental porque son los que generan el conocimiento nuevo a través de proyectos de investigación, son las que forman los recursos

humanos calificados que el estado necesita y por que cuentan con la infraestructura física como laboratorios y equipo para investigación original e innovadora y por que mantienen una relación con expertos de todo el mundo. La Universidad de Sonora, líder académica y de investigación, es tan sólo un ejemplo de ello pues es la que destina un mayor presupuesto para la investigación y para la formación de capital humano.

LA VINCULACIÓN ENTRE LOS SECTORES: UNA NECESIDAD

En el caso de las universidades, la vinculación es una actividad estratégica y transversal de la educación superior que permite la interrelación con el sector productivo en beneficio de su entorno local, regional y nacional. Las acciones de vinculación permiten identificar prioridades de investigación y desarrollo; la integración de grupos profesionales inter y multidisciplinarios; el diseño de mecanismos de transferencia de resultados; el análisis del impacto de las políticas públicas, la planeación prospectiva; el soporte tecnológico; la evaluación de programas, transferencia y aplicación de tecnologías y el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios.

Lograr la participación de los diversos sectores en torno a objetivos comunes, seguramente desembocarán en proyectos y acciones que conduzca a fortalecer la visión de la gestión e innovación científica y tecnológica en beneficio de la sociedad, por lo que es importante reforzar un nuevo dialogo entre estos actores.

PROPUESTA: CREACIÓN DEL CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

La propuesta parte de la base de que es necesario crear estructuras que permitan contar con organigramas operativos de alto nivel en las áreas consideradas estratégicas en desarrollo científico y tecnológico, de investigación y vinculación. La ley de ciencia y tecnología dará lugar a que el Estado de Sonora cuente con un programa estatal el que a su vez dará paso al Consejo Sonorense de Ciencia y Tecnología, el cual será un organismo con personalidad jurídica propia integrado por los diversos sectores de la sociedad. Hasta aquí no existe novedad alguna con respecto a otros

Consejos a nivel nacional, pero lo que se ha observado es que pocos Consejos del país han logrado sus objetivos por carecer de un sistema de organización y de operación acorde a los retos actuales de desarrollo. Por eso se propone, si realmente queremos sentar bases firmes, contar con un organismo gerencial de alto nivel operativo, integrador, promotor, gestor, que cuente con una estructura sólida de coordinación y que sea el instrumento para llevar a cabo proyectos estratégicos de desarrollo basados en la ciencia y la tecnología como el estado lo requiere y no salir del paso solo para cumplir el requisito de que el estado se integre a la Red de Consejos Estatales.

- Establecer las modalidades de especialización, posgrado para el desarrollo
- Aprovechar las experiencias de los sectores e instituciones y del personal que ha venido realizando actividades afines
- Integrar al sector educativo y centros de investigación en dicha estrategia
- Dar cobertura de participación al sector social
- Definir las líneas de coordinación, estructuras, trabajo en equipo, en red local, nacional e internacional
- Fomentar una cultura científica y tecnológica de la sociedad con énfasis con el sector educativo

POSTULADOS FUNDAMENTALES DEL CENTRO

Con la finalidad de ubicar los objetivos operativos del centro, es necesario hacer mención de las etapas que deberán de considerarse previas a su creación:

Ejes fundamentales del programa: políticas estratégicas.

- De investigación e innovación para la competitividad
- De información estratégica para el desarrollo sustentable
- De coordinación y administración de los recursos
- Estrategias académicas
- De difusión y divulgación para la educación y la cultura integral para el desarrollo

ETAPA 1. DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS DEL PROGRAMA

El Programa Estatal de Innovación y Desarrollo Científico del Estado de Sonora deberá de considerar las siguientes acciones:

- Definir los programas estratégicos de desarrollo basados en la ciencia y la tecnología para la innovación
- Promover la creación de una estructura operativa que garantice la definición de objetivos y actividades
- Captar las necesidades tecnológicas, del sector social y productivo
- Fomentar programas académicos de acuerdo a objetivos estratégicos de desarrollo
- Promover programas de planeación y gestión institucional e interinstitucional
- Mejorar la organización administración y coordinación para la gestión y vinculación tecnológica
- Integrar paquetes de proyectos integrales de vinculación capaces de satisfacer necesidades de los sectores productivos y de la sociedad

ETAPA 2. ORGANISMO COORDINADOR DEL PROGRAMA DE C Y T

Como en otros estados, seguramente la Ley dará lugar a la creación del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sonora, con personalidad jurídica propia y responsable de definir y coordinar las políticas y acciones en ciencia, tecnología e innovación y la vinculación que contribuya a elevar el nivel de vida de la sociedad sonorenses a través del impulso de la planeación y la gestión del conocimiento científico y tecnológico en la solución de problemas estratégicos de desarrollo. Será el organismo del gobierno del estado que planea estrategias para que el estado alcance otros niveles de desarrollo basados en el conocimiento en el desarrollo sustentable.

Entre los objetivos del Consejo deberán de destacar los siguientes:

- Impulsar las estrategias en materia de ciencia y tecnología, enfocadas a elevar el nivel de vida, combatir la desigualdad y aprovechar y preservar los recursos naturales del Estado.
- Apoyar la generación, intercambio, adaptación, divulgación y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, así como la formación de especialistas en ciencia y tecnología.
- Vincular el trabajo de investigación y desarrollo tecnológico entre las instituciones de educación superior, los centros de investigación y el sector productivo, para que respondan a los problemas y necesidades del Estado.

Entre sus funciones se deberán de contemplar las siguientes:

- Diagnosticar necesidades actuales y futuras del sector productivo que requieran investigación y desarrollo tecnológico.
- Promover la formación de recursos humanos del más alto nivel académico.
- Vincular los sectores productivo, educativo y de investigación con los problemas de la sociedad.
- Apoyar el desarrollo de empresas en el estado que empleen tecnologías nacionales e internacionales para la producción de bienes y servicios.
- Fomentar programas de intercambio de profesores, investigadores y técnicos nacionales y extranjeros.
- Promover la creación de centros de investigación e innovación tecnológica.
- Asesorar a municipios, personas morales y físicas en asuntos científicos y tecnológicos
- Fomentar la educación y cultura científica y tecnológica en el Estado.
- Impulsar y fortalecer la investigación básica, aplicada y tecnológica.
- Brindar soluciones integrales a los problemas de la sociedad, tanto de las ciudades urbanas como a las rurales.

EPATA 3. CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (CICTSON)

Lo relevante de la propuesta es que El Consejo Estatal dé lugar a la creación de una estructura funcional

que integre a los diversos sectores de la sociedad y en donde se concentren e impulsen los proyectos estratégicos que se han definido con anterioridad, esto se logrará si se constituye el Centro de innovación de Científica y Tecnológica de Sonora. Se trata de un organismo operativo que cuente con espacios físicos inteligentes tanto en su diseño como en equipamiento, auditorios, incubadoras de empresas, exposiciones, laboratorios, salas audiovisuales, centros de información, centro de divulgación científica, centro de emprendedores, etcétera, en donde se fomente la innovación y los proyectos estratégicos del estado.

PROGRAMA DE TRABAJO DEL CENTRO

La definición de las actividades que deberá de realizar en Centro es trascendental para que Sonora cuente con un organismo que fomente la investigación, la formación de recursos humanos, la innovación tecnológica, la competitividad, las competencias, la educación, la cultura, y ubicar al estado en la red de innovación internacional para tener acceso a recursos a través de proyectos estratégicos de desarrollo. Se enumeran algunas acciones:

a) Creación de centros de innovación y desarrollo tecnológico

- Promoción y fortalecimiento de proyectos estratégicos: alimentación, energía, medio ambiente, salud y agua.
- Apoyar a los centros ya existentes para su fortalecimiento, buscando su orientación hacia problemas estratégicos para el Estado.
- Mantener actualizada la información correspondiente a los centros de investigación y/o desarrollo tecnológico para fomentar la planeación y la toma de decisiones.
- Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas.

b) Fomento a la cultura científica y tecnológica en el Estado

- Estimulo a talentos estudiantiles, estancia con investigadores, etcetera.
- Impulso del programa emprendedores.

- Eventos nacionales de promoción de la cultura científica: SEP-CONACYT, AMC, Sociedad Mexicana de Cristalografía, Sociedad Mexicana de Física, AIMMGM A.C., entre otros
- Apertura de espacios físicos como museos y centros de ciencia interactivos en el Estado.
- Realización de eventos de investigación y desarrollo tecnológico.
- Constitución de centros de información estratégica.
- Elaboración de material didáctico para la enseñanza de las ciencias en zonas rurales.
- Eventos de cobertura estatal como conferencias, cursos, talleres, exposiciones para niños, jóvenes y adultos.
- Cursos y talleres de actualización sobre ciencia y tecnología a maestros de educación básica y media, por especialistas en cada materia.

c) Formación de capital humano para ciencia y tecnología

- Otorgamiento de becas de posgrados nacionales e internacionales en áreas estratégicas.
- Financiamiento y seguimiento de las becas.
- Otorgamiento de becas a personal de las industrias para asimilación de nuevas tecnologías.
- Instituir premios a la innovación tecnológica y a la producción mas limpia.

d) Impulso de empresas de base tecnológica

- Detección de proyectos de investigación aplicada y/o desarrollo tecnológico, que puedan ser llevados a nivel industrial.
- Apoyo a particulares que quieran iniciar una empresa con base en estos u otros proyectos y con apoyos de los centros de investigación y/o instituciones de educación superior.

e) Vinculación entre las instituciones de educación superior y los centros de investigación con el sector productivo

- Financiamiento a nuevos proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con base a las demandas del sector productivo y/o social.
- Promover estancias de los investigadores académicos en las industrias.
- Control y seguimiento a los proyectos existentes.

- Vincular empresas con problemas tecnológicos, con centros de investigación nacionales y/o extranjeros que puedan darles una solución.
- Estimulación a los investigadores para su participación en la convocatorias nacionales y/o internacionales de apoyo a proyectos de investigación.
- Proyectos científicos y tecnológicos que respondan de manera integral a problemáticas interestatales, regionales y nacionales e internacionales.

f) Promoción, información y divulgación de los programas

- Difusión de los programas de temas científicos y tecnológicos en los medios masivos de comunicación: radio, prensa y televisión.
- Difusión en impresos de promoción (folletos, carteles, cuadernos, etcetera).
- Publicaciones de divulgación científica y tecnológica, revista de ciencia y tecnología, desarrollo y sustentabilidad, producción de material audiovisual sobre temas regionales.
- Realización de encuentros, foros, congresos, etcetera.

g) Vinculación y gestión

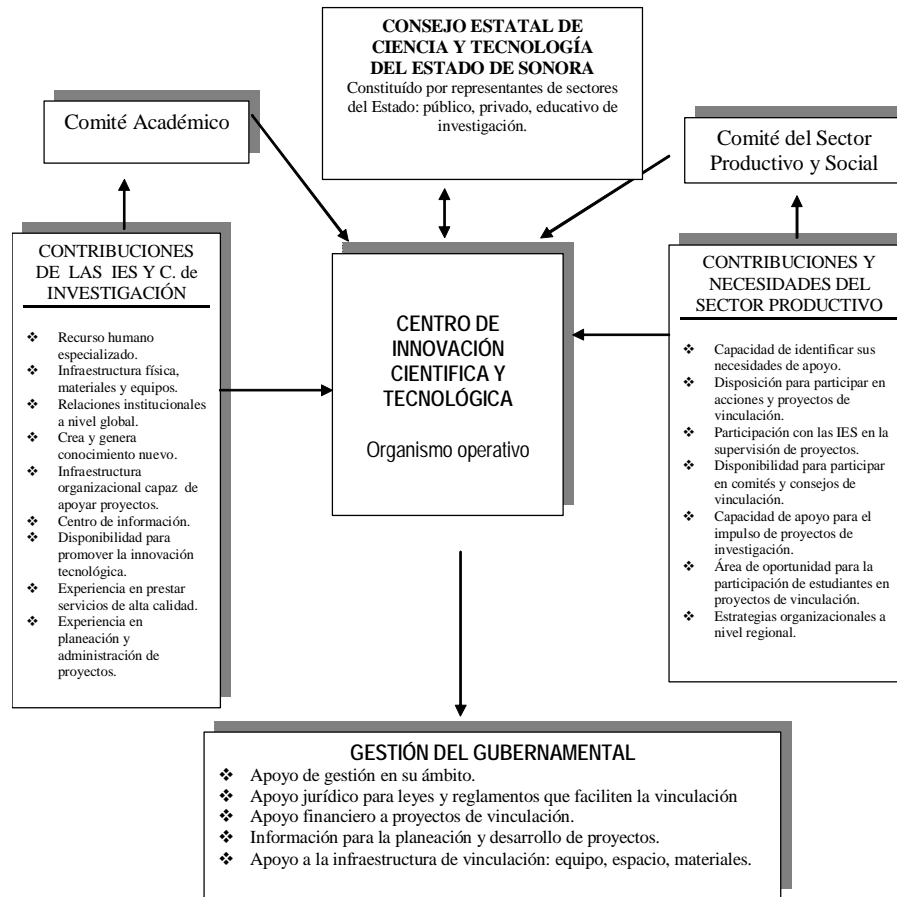
- Planeación estratégica del programa vinculación y gestión.
- Desarrollo de políticas y procedimientos para el programa y los proyectos.
- Coordinación interna y promoción externa.
- Rápida identificación y solución de problemas.
- Diseño y seguimiento administrativos.
- Recopilación de recursos para el programa.

h) Contar con las áreas

- Presupuestación y control financiero.
- De recuperación y divulgación de información
- Elaboración de informes y reportes.
- Orientación y capacitación en materia de planeación y gestión.
- Fortalecer los aspectos curriculares de la vinculación.

En la siguiente figura se muestra la relación entre los principales sectores que intervienen: productivo, educativo, centros de investigación y el papel del Gobierno del Estado.

ESTRUCTURA DE COORDINACIÓN ENTRE EL CONSEJO ESTATAL DE C Y T, EL CENTRO DE INNOVACIÓN Y LOS SECTORES DE LA SOCIEDAD



Como se observa en el diagrama, con la creación del Centro, el Estado de Sonora contaría con un proyecto integral, unitario, de enlace, con espacios físicos apropiados, de comunicación en red entre los diversos sectores de la sociedad.

PERFIL PROFESIONAL DE LOS INTEGRANTES DEL CENTRO

El perfil profesional de los integrantes del centro es determinante para lograr los objetivos planteados. Se enumeran algunos aspectos:

- Experiencia en la formulación y administración de proyectos.
- Ingenieros administradores, tecnólogos con conocimientos en planeación, administración y formulación de proyectos de inversión, gestión de

proyectos, capacidad de liderazgo y de relaciones públicas, capacidad de trabajar en equipo, la visión global, etcétera.

- Las otras áreas básicas del Centro deberán de tener el perfil semejante tanto las áreas de administración, de gestión de proyectos, de difusión y divulgación científico-tecnológica, de información, emprendedores, transferencia de tecnología, patentes, etcétera.

- Además del perfil y la experiencia profesional, la capacitación de los integrantes será fundamental para alcanzar los objetivos planteados.



CONCLUSIONES

Es evidente la necesidad de formular nuevas políticas de desarrollo y fortalecer las ya existentes, pues no se tienen nuevas estructuras que permitan como Estado, brindar soluciones a las problemáticas de la sociedad y apuntalar el desarrollo y ser competitivos. Es necesario reforzar la interrelación de los diversos sectores de la sociedad, elaborar propuestas de coordinación, de organización, de cooperación, fomentar la cultura científica y tecnológica del empresario, de las entidades gubernamentales, de los subsistemas educativos, centros de investigación y de la sociedad en general.

Es importante conformar redes de innovación de información y comunicación, hacer diagnósticos, revisar los programas, los proyectos, las experiencias y, sobre todo, establecer líneas de colaboración con los que han tenido experiencias exitosas, con los que han administrado, dirigido y coordinado proyectos. Se requiere una estructura funcional que garantice la innovación tecnológica, el Centro de Innovación es una propuesta que seguramente puede mejorarse. Cabe mencionar que no todos los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología en el país funcionan adecuadamente, pues en muchos de ellos la burocracia es evidente, lo que ha desmotivado la participación de los diversos sectores y que los proyectos estratégicos no hayan alcanzado sus objetivos. El reto es que la iniciativa de ley que estará en discusión en los meses próximos, sienta las bases para la creación de un organismo operativo que defina proyectos viables y se implante un sistema de evaluación y seguimiento que garantice que se cumpla con los objetivos con lo cual fue creada la ley en innovación científica y tecnológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Ley de ciencia y tecnología CONACYT, www.comacuy.org.mx
- Red de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología del país.
- Propuesta de Ley del ejecutivo del Estado de Sonora.
- Documentos ANUIES. www.anui.es.org.mx
- Programa de Desarrollo de la Universidad de Sonora. www.uson.mx



PROGRAMA ESTATAL EN ZONAS ARIDAS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

OSVALDO LANDAVAZO GRACIA

Es de vital importancia impulsar un programa de estudio sistemático integral en zonas áridas y semiáridas, y de las tecnologías adecuadas para adaptación al cambio climático del Estado de Sonora

Oswaldo Landavazo Gracia
Maestro en Ciencias de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia
olanda@iq.uson.mx

¿Cuánto cambio climático resistirá Sonora sin que se actúe como un sistema conectado? La interrogante es paráfrasis de lo que en algún portal *Greenpeace* postula con mucho tino: "How much climate change can we bear?"; aludiendo al incremento en la temperatura media del planeta, de 0.6°C, registrado en el siglo XX, por el efecto invernadero y otros factores que perturban al clima, causando muertes y daño a la población mundial.

El siglo XXI traerá mínimo 2°C. más y, de no actuar hoy, se prevén consecuencias desde las primeras décadas: un fenómeno dual en sequía-inundación de alta severidad, con hambrunas, epidemias y luchas. Hoy, cuando el Estado de Sonora legisla en ciencia y tecnología surge la oportunidad de proponer enfoques más conectados para la investigación y para iniciar un programa de estudio sistemático integral en zonas áridas y semiáridas, y de las tecnologías adecuadas para adaptación al cambio climático del lugar que habitamos.

INTEGRACIÓN DE ESFUERZOS

Existen instituciones, dependencias, centros de investigación con estudios al respecto, también se cuenta con recursos humanos calificados y proyectos de investigación de calidad, sin embargo, se percibe falta de seguimiento gubernamental, social y privado en investigación por lo que urge un enfoque de más sinergia y coordinación para abordar la problemática de las zonas áridas; antes de alcanzar insustentabilidad en todo, como casi la tenemos con el recurso hídrico.



Es deseable mayor interconexión y flexibilidad en investigación y academia sobre esta temática en cada institución, entre ellas, entre dependencias gubernamentales y que, por ejemplo, los interesados en estudiar zonas áridas y adaptación a cambio climático, tuvieran en Sonora un menú integral, flexible e interdisciplinario para una mayor motivación y obtención mejores de resultados.

Las consultas sobre Ley de Ciencia y Tecnología constituye una excelente oportunidad para que el Gobierno y Legislatura de Sonora revaloren la importancia y aplicación de la investigación estatal, para resolver problemas y necesidades de la sociedad; implantando un sistema (no burocrático) para su impulso, integración y seguimiento. Se tiene la oportunidad de marcar una línea de estudio profundo del entorno árido y clima con los objetivos citados.

DIVERSIDAD DE DISCIPLINAS QUE PARTICIPAN

Un programa estatal en zonas áridas, y adaptación a cambio climático pondría a interaccionar temas en: agronomía, geofísica, instrumentación, geología, meteorología, hidrología, geografía; vegetación, suelos, captura de carbono, bosques, geohidrología, obra hidráulica, inundación y sequía; erosión, fauna y especies; ecoturismo, pastizales, forestación, fruticultura, viveros; arquitectura, cosecha de lluvia, recarga, acuíferos, contaminación, jardines xéricos, ecología, enfoque sistémico, acuacultura, biología, química, estuarios, manglares, arrecifes, pesca; conservación en cuencas, sociología, alimentación, desarrollo sustentable, economía, tratamientos, reciclado y normatividad en agua, ingeniería y ambiente; oceanografía, biotecnología, toxicología; producción limpia, energéticos, materiales, artesanías, antropología, historia y cultura de Sonora.

Aridez y clima no son todo en ciencia y tecnología, pero medio México desértico y semidesértico clama por diseñar proyectos académicos, culturales, con alcance estatal, regional, nacional conectados, dinámicos y de impacto social. Con estructuras que garanticen la integración de los sectores y líderes de las diversas disciplinas del conocimiento, sin perder su personalidad, orientarían sus esfuerzos en el estudio de adaptación al cambio climático y al semidesierto y desierto para labrarnos en ellos un destino aceptable como sociedad.

LA FÍSICA EN NUESTRA VIDA DIARIA

¿CÓMO FUNCIONAN LAS COSAS Y EL MUNDO QUE NOS RODEA?

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS

Desde la antigüedad, el ser humano ha observado y ha tratado de entender las cosas que suceden a su alrededor; lo que le ha permitido darle explicación a los fenómenos naturales, encontrando las causas que los producen e incluso estableciendo las leyes que rigen tales fenómenos.

Emiliano Salinas Covarrubias
Maestro del Departamento de Física
esalinas@fisica.uson.mx



El hecho de que podamos caminar, de que podamos ver las cosas que nos rodean, de que un objeto caiga a la tierra, de que se sucedan los días y las noches, y las estaciones a lo largo del año, de que el movimiento de electrones constituya una corriente eléctrica, etcétera; tienen una explicación que la disciplina del conocimiento llamada Física se ha encargado de establecer y que la humanidad ha aprovechado para su desarrollo y beneficio.

Es así que, con el avance de los medios de transporte, de las comunicaciones, de los sistemas de cómputo, de los sistemas de producción de energía eléctrica, del instrumental médico, se ha logrado mejorar las condiciones de vida de la población.

En nuestro entorno, por medio de la Física podemos estudiar el movimiento de un carro, la caída (libre y no libre) de un objeto, el nivel de radiación ionizante y no ionizante, la temperatura y la humedad atmosféricas.

A nivel astronómico, la Física ha permitido conocer los constituyentes del universo y sus interacciones; y a nivel microscópico, los constituyentes de la materia y sus interacciones.

Las maneras de aprovechar este conocimiento han sido variadas, entre las cuales podemos citar: la fuerza de sustentación del aire para volar un avión; la propagación de las ondas electromagnéticas para la comunicación a grandes distancias. Las relaciones entre volumen, temperatura y presión para los sistemas de refrigeración; o bien, el principio de conservación de la energía y su transformación en otras formas para utilizarla en el hogar, etcétera.

EL AUTOMÓVIL, UN CASO INTERESANTE

Para ilustrar tomemos como ejemplo el caso del automóvil hagamos una descripción de algunos de sus sistemas y de la física involucrada. Para empezar, el carro puede moverse (trasladarse, cambiar de lugar) debido a que hay fuerzas de fricción entre las llantas y el piso, si no fuera así, las ruedas girarían pero sin desplazarse; también por eso y por la resistencia de aire, si el automóvil está en movimiento y se le deja de acelerar o se pone la caja de cambios en neutral y se apaga el motor, se va a detener. Por otro lado, el carro podría moverse con velocidad constante (siempre la misma velocidad) si se logra equilibrar las fuerzas de fricción y la fuerza que produce el motor, inyectándole

a éste la gasolina necesaria por medio del pedal del acelerador.

Es claro que si queremos aumentar la velocidad tenemos que presionar el acelerador, lo que podemos hacer de dos maneras: aumentar la velocidad en la unidad de tiempo de una forma uniforme, con lo que tendríamos una aceleración constante (cambio de velocidad por unidad de tiempo constante, o bien, podemos aumentar la velocidad de una manera digamos caótica, es decir, con una aceleración que no es constante. También al frenar el automóvil podríamos hacerlo uniformemente o no.

Si tomamos en cuenta la energía que produce el combustible, que además de utilizarse para mover el automóvil, también sirve para producir otro tipo de energía como lo es la energía eléctrica, requerida para activar otros mecanismos necesarios para el funcionamiento del carro.

Aquí vemos que la fuerza de fricción ayuda a transmitir el movimiento del motor al generador de energía eléctrica (alternador) por medio de una banda. Es decir, la energía de movimiento del motor se convierte en energía eléctrica cuando se hace girar un conductor eléctrico (un alambre) dentro del alternador, cortando las líneas de fuerza de un campo magnético.

Como en el automóvil y otros medios de transporte se involucran varios aspectos de la ciencia y la tecnología, estos se describen en otros brevarios de esta serie.

LA FÍSICA COMO COSA COTIDIANA

En cualquier actividad humana está presente la Física:

En la casa:

- Al hervir o congelar el agua, procesos en los que se llevan a cabo los cambios de *fase* de la materia.

- Al prender un foco (lámpara incandescente), donde la energía eléctrica se convierte en energías luminosa y calorífica.

- Al prender un enfriador evaporativo (cooler), donde para evaporar el agua que baja por la paja, se extrae calor del aire que la rodea (enfriándolo), aire que penetra en la habitación con una temperatura menor a la del aire exterior.

- Al utilizar un horno de microondas, donde la energía de las microondas hace vibrar las moléculas de agua de la comida produciéndose el calentamiento de esta.

En cualquier lado:

Al estar de pie o caminar sobre cualquier superficie horizontal se equilibran dos fuerzas: una que actúa verticalmente hacia abajo (nuestro peso); y otra que es aplicada sobre nosotros por la superficie, también verticalmente pero dirigida hacia arriba. Si esta última fuerza no existiera, caeríamos verticalmente.



LA OBSESIÓN DE SALVADOR DALÍ POR LA CIENCIA

MÒNICA LÓPEZ FERRADO



Mònica López Ferrado

Periodista científica. Investigadora del Observatorio de la Comunicación Científica, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona.

Travessera de Gracia, 154 1º 1A 08012

Barcelona - España

mlopez@mediapro.es.

Obra resumida por: *Ing. Rafael Pacheco Rodríguez*

Director Ejecutivo de la Revista Epistemus

Salvador Dalí, controvertido pintor de nuestros tiempos, mostró siempre un visible interés hacia la ciencia, durante su vida, comenta Mónica López Ferrado, periodista científica. Investigadora del Observatorio de la comunicación científica, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona. Comenta que aunque ese interés haya quedado eclipsado por la figura excéntrica del artista, detrás del tópico se encuentra otro Dalí que intenta fusionar arte y ciencia. El pintor se alejó de los surrealistas en determinado periodo de su vida, pero nunca se distanció de la ciencia, sino que acompañó de muy cerca los descubrimientos científicos –la bomba atómica, la estructura del ADN– y siempre lo enseñó en su obra. Dalí falleció acunado por cartas y libros de Stephen.

Dos años de investigación para documentar cuándo y cómo Dalí se relacionó con el psicoanálisis, las matemáticas, la teoría de la relatividad, la física cuántica y la ciencia del ADN han dado como resultado el documental *Dimensión Dalí*, producido por Media 3.14 (Mediapro).

El documental recoge el testimonio de muchos de los científicos que lo conocieron, así como la documentación que muestra cómo incorporó la ciencia a su obra. En los archivos personales del pintor se encuentran más de cien títulos de disciplinas científicas diversas, algunos anotados y con comentarios en los márgenes, y parte de la correspondencia que mantuvo con algunos científicos. Entre sus amistades se encuentran los matemáticos Matila Ghyka, Thomas Banchoff y René Thom; los Nobel Dennis Gabor, Severo Ochoa, Ilya Prigogine y James Watson; los científicos españoles Juan Oro y Jorge Wagensberg, y muchos otros a quienes consultó puntualmente sobre temas que quería desarrollar en su obra.

La ciencia fue una constante en su vida y su rastro se encuentra incluso en su firma, que esconde una figura científica: la corona daliniana, que utilizó por primera vez en 1938, es la imagen estroboscópica de la gota de leche cayendo que el científico Harold Edgerton consiguió captar. Lo cierto es que dos obsesiones guiaron la vida de Dalí: su mujer Gala y la ciencia. “Todo pintor pinta la cosmogonía de sí mismo: Rafael pinta la cosmogonía del Renacimiento y Dalí

pinta la era atómica y la era freudiana”, afirma Dalí en una entrevista en los años cincuenta.

La física y el psicoanálisis son, sin duda, las dos ciencias que cambiaron la visión del mundo a principios del siglo XX. Desde su juventud, Dalí muestra interés por ambas. Su primer contacto con Freud y las teorías de la relatividad de Einstein se dio en los años veinte, cuando siendo un estudiante de pintura en Madrid, se alojó en la Residencia de Estudiantes, un lugar repleto de jóvenes intelectuales de la época, tanto del campo de las ciencias como de las letras. Encontramos una foto del joven Dalí, junto a García-Lorca, en la que aparece con una revista científica de la época, *Science & Invention*, bajo el brazo. Parece ser que en la Residencia le gustaba visitar, junto al poeta, los laboratorios de ciencias.

Los surrealistas son quienes sumergieron a Dalí dentro del mundo de la física. La nueva realidad que proponía la nueva teoría de la relatividad, seguida por las teorías de la física cuántica, eran algo extraordinario para los surrealistas. “Dalí estaba fascinado por la teoría de la relatividad porque ofrecía al surrealismo la idea que la realidad no podía reducirse a un único flujo”, explica Gavin Parkinson, historiador del arte de la Universidad de Oxford.

La nueva física cuántica proponía un mundo donde no existía el determinismo, donde las partículas podían encontrar-se en dos lugares al mismo tiempo, donde la identidad de los objetos se creaba con el mismo acto de observación. Eran conceptos difíciles de entender pero que abrían camino a la imaginación. Eran ideas tan estimulantes que se convirtieron en un tema recurrente en el laboratorio de creación surrealista y, por lo tanto, de sus publicaciones experimentales.

En los artículos que Dalí publicó en los años treinta, se encuentran muchas referencias al nuevo mundo que propone la física. Un ejemplo es su texto *La cabra sanitaria*, donde dice que: “la física debe formar la nueva geometría del pensamiento, y será precisamente el delirio de la interpretación paranoica”.

Como observamos, el arte y la ciencia han ido de la mano en la historia de la humanidad.

SERVICIOS UNISON



El saber de mis hijos
hará mi grandeza

FÍSICA

En los últimos años el departamento de Física ha participado en servicios hacia el Sector Educativo. Lo anterior tomando en consideración los recursos humanos y la capacidad de infraestructura instalada con que cuenta el Departamento de Física: 7 laboratorios de docencia (mecánica, fluidos y calor, electromagnetismo, física clásica, física moderna, óptica, electrónica) sala didáctica, centro de cómputo, 4 aulas equipadas con nuevas tecnologías (proyectores, equipo de cómputo, internet), 9 laboratorios de investigación, taller de máquinas y herramienta.

Servicios que ofrece:

- Diplomados para Enseñanza de la Física a profesores de Nivel Medio Superior
- Diplomados sobre Física para profesores de secundaria
- Cursos talleres sobre la enseñanza de la física para profesores de bachillerato en el marco de la nueva reforma educativa
- Programa de puertas abiertas de laboratorios de docencia e investigación para estudiantes de nivel medio, medio superior y superior
- Servicios de consultoría con el Hospital General y empresas privadas.

EN BREVE SE PODRÁ OFRECER:

- Maestría en Enseñanza de la Física para profesores de Nivel Medio Superior
- Diseño y construcción de prototipos didácticos
- Caracterización física de materiales
- Ampliación de servicios con el sector educativo

GEOLOGÍA

El Departamento de Geología de la Universidad de Sonora tiene el personal académico y técnico especializado en sus Laboratorios de Sensoría Remota, Análisis de Cuencas, Petrografía, Geofísica y Cristalografía y Geoquímica. Ofrece los siguientes servicios:

- Desarrollo cartográfico en Sistemas de Información Geográfica (SIG) e interpretación de imágenes de satélite.
- Caracterización mineralógica y de suelos utilizando equipo de Difracción de Rayos X (BRUKER AXS SRS 3400)
- Caracterización de elementos mayores en roca utilizando equipo de Fluorescencia de Rayos X (DS ADVANCE BUKER AXS) y Espectrómetro (ICP-OES PERKIN ELMER DV-4200) con sistema de ablación Láser acoplado (CETAC SX-500)
- Elaboración y análisis de láminas delgadas y superficies pulidas de rocas
- Determinación de metales pesados en agua, suelo y biomateriales con Espectrómetro (ICP-OES PERKIN ELMER DV-4200) con sistema de ablación Láser acoplado (CETAC SX-500)
- Asesoría en exploración minera (metálicos, no metálicos y rocas industriales)
- Asesoría en exploración hidrogeológica (estudios hidrogeológicos, determinación de sitios para pozos, piezometría, calidad del agua)
- Registros eléctricos de pozos profundos con equipo MOUNT SOPRIS INSTRUMENTS
- Exploración geofísica con métodos eléctricos, gravimétricos, magnetométricos, electromagnéticos, sísmicos, radar de penetración para trabajos mineros, geotécnicos y de contaminación ambiental.
- Caracterización de Riesgos Naturales.

MAYORES INFORMES:

División de Ciencias Exactas y Naturales

www.dcen.uson.mx

o bien

www.fisica.uson.mx

www.geologia.uson.mx

LOS CÍRCULOS DE ROCA RECLINADA Y LOS ECLIPSES

RAÚL PÉREZ ENRÍQUEZ

“Quise correr hacia los astrónomos, quería abrazarlos y agradecerles la invitación, pero me contuve. ¿Cómo podía yo interrumpir aquel rito que se sucedía frente a mí? Decidí esperar, esperar...”

Este cuento forma parte de los relatos sobre Stonehenge, sitio arqueo-astronómico ubicado en Inglaterra.

M.C. Raúl Pérez Enríquez
Departamento de Investigación en Física
rpereze@fisica.uson.mx

Aquella noche, casi dos años después, cuando no podía conciliar el sueño, las ideas revoloteaban en mi mente. Realmente no sé si estaba dormido o despierto, no sé si las imágenes que veía eran parte de una pesadilla o si mi imaginación las generaba a voluntad llevándome de nueva cuenta a visitar aquel paraje, Stonehenge, para tener una nueva plática con mi amiga Julia. Lo que sí es seguro es que no se trataba de recuerdos. En esta ocasión, el tema de nuestra charla era algo que ni remotamente conocía en aquel entonces, los círculos con roca reclinada, o “recumbent stone circles”, si es que desean identificarlo con el tipo de círculos que hay en la región llamada Aberdeenshire en Escocia; además, incluía aspectos relacionados con los eclipses de Sol y su relación con el cruce de la Luna por la eclíptica; también, tenía algo que ver con la latitud del lugar, tema que ni por asomo había aparecido en nuestras conversaciones anteriores.

Pero déjenme narrarles más o menos la situación ilustrada por aquellas imágenes que, como les digo, aparecieron en el sueño o dominadas por mi imaginación:

“Me sentía cansado, recordando la larga caminata que debido a mí, se había extendido durante un par de semanas. Mis piernas, apenas cubiertas por la piel curtida, me dolían mientras una sensación de endurecimiento las recorría. Así, con el aliento entrecortado, llegué con mi acompañante a una pequeña planicie sólo bordeada por un cerro no muy elevado hacia el norte. Mirando directamente en esa dirección se podía distinguir uno más de los círculos de piedra como los que ya habíamos pasado sin detenernos a ver en detalle; Julia me había dicho: ‘Espera, tenemos que llegar al más importante de ellos, es el círculo de Balquhain, verás que es muy bonito y nuestros Guías siempre lo veneran con respeto’”.

Y, en efecto, ahí estaban ellos, los Guías de aquella comunidad que ahora conocemos como parte de la Cultura Wessex, caminando alrededor del círculo y deteniéndose frente a un menhir situado al oeste del mismo.

“Apresuramos nuestra marcha muy a pesar mío. Cuando estuvimos lo suficientemente cerca como para poder apreciar las maniobras que hacían con la ayuda de sus cayados, y para escuchar los cantos que vocalizaban al mismo tiempo, nos detuvimos expectantes. Apenas estábamos tomando asiento sobre un par de pequeñas rocas cuando salté al distinguir en la cara visible del menhir alrededor de 15 agujeros grabados en ella. Estos agujeros formaban dos grupos: en el inferior, los hoyos, que aparentemente tenían el mismo diámetro, estaban alineados con una pendiente apenas observable; en el grupo superior, los hoyos estaban más dispersos y sus diámetros no se correspondían unos con otros. ‘Entre ellos, yo pude distinguir un brillo. No lo podía creer’”.

- Julia, ¿están haciendo lo que yo estoy pensando? - le dije mientras la ayudaba, por decirlo eufemísticamente, a levantarse abruptamente.

- Si me lo dices, a lo mejor puedo confirmarlo - contestó sonriendo.

- Con la ayuda del cayado están proyectando la imagen del Sol sobre aquella roca. Apparentemente, están siguiendo su movimiento como a la espera

de que algo suceda. Algo muy importante - dije yo emocionado no sólo por el hecho que estaba presenciando, sino también, por las implicaciones que esto tenía para la comprensión de las unidades de medida, la precisión con las que se determinaban y, como siempre se dice, por último pero no en último, por los conocimientos básicos de óptica que el diseño de un dispositivo basado en el conocido “pinhole effect” (el efecto conocido como la cámara oscura) representaba.

- Espera un poco y lo sabrás. Tu paso lento nos atrasó y yo temía que no pudiésemos llegar antes del evento para el que fuimos invitados - escuché con rubor pues me abrumó una mezcla de sentimientos: halago por la deferencia, y pena por el reclamo.

“Minutos después, sin que mi estado de ánimo decayera durante esa espera que me permitió fijar mi atención al ingenioso dispositivo óptico que en el extremo superior del báculo, las voces subieron de tono. El objeto que realizaba la proyección de la imagen era de hecho el mismo que había observado en mi primera visita; sin embargo, ahora pude apreciar un diminuto soporte de bronce que permitía la colocación de una piedra en forma de disco en cuyo centro se había perforado un orificio. Minutos después, decía yo, la claridad de la mañana empezó a disminuir de manera paulatina. Con un hermoso cielo despejado, sin nubes que pudiesen ocultar el Sol, me descubrí presenciando la observación y registro de un Eclipse Solar en las inmediaciones de un campo rodeado, a lo lejos, por árboles verdes y frondosos.

- No tienes idea de lo maravillosamente agobiado que me siento - volteé a ver a los ojos, por primera vez

desde que habíamos llegado, a mi anfitriona; las lágrimas que rodaban por sus pómulos, también ruborizados, fueron el complemento ideal para mis palabras.

“Quise correr hacia los astrónomos, quería abrazarlos y agradecerles la invitación, pero me contuve. ¿Cómo podía yo interrumpir aquel rito que se sucedía frente a mí? Decidí esperar, esperar... Así, pude ver cómo y cuando el evento llegó a su máximo

desarrollo, uno de los Guías Astrónomos se acercó para concluir la marca que con la ayuda de rudimentarios martillo y cincel estaba elaborando; indicando los bordes de aquel Sol que en forma de fino filo de Luna, seguramente, apenas podía apreciar. Al tiempo, otro observador que, intermitentemente, había volteado su cara al cielo, registraba la posición de una estrella cuyo brillo se había hecho aparente con la disminución del resplandor solar. Todo el rito/observación que estaba presenciando, se realizaba como siguiendo una pauta ya conocida por los participantes. De pronto, en un instante, de golpe, recordé un cuento escrito por mí hacía mucho tiempo:

Eclipse. Aquella noche oscura, me levanté esplendorosa, brillante. Como siempre, me elevé poco a poco hasta

alcanzar una estrella cuya tenue luz opaqué entre mis manos. Mientras avanzaba yo por mi camino, nadie me atendía; la ciudad, enorme, dormía. Ni los velos de nubes nocturnas me opacaban, ni los lobos del desierto me llamaban. Sola, me alzaba sobre el horizonte. Mas de pronto, un viento helado me acosó. ¿Sería una nube?, pensé. Palmo a palmo un manto pardo me cubrió. Temblando, continué hasta el centro de aquella oscuridad y cuando los rayos del Sol ya no me calentaron más, yo, sigilosamente, desaparecí. La estrella de mis manos escapó. Tic-tac, escuché a mi



compañero el reloj. Tic-tac, la luz de nuevo llegó. Tic-tac, mi brillo y esplendor regresaron.

Aparentemente, pronuncié en voz alta las últimas palabras, pues ella, al percatarse de lo que hacía el Guía, también miró hacia arriba y repitió:

- La estrella de mis manos escapó. Tic-tac, escuché a mi compañero el reloj. Tic-tac, la luz de nuevo llegó. Tic-tac, mi brillo y esplendor regresó - Y sonrió con aquella sonrisa amplia en toda la extensión de su boca que ya le había yo visto antes cuando deseaba expresar su verdadera alegría.

“Yo, mientras tanto, terminaba de identificar los roles que cada uno de los involucrados había tenido durante ese proceso de planeación, observación y registro del Eclipse parcial de Sol que recién había llegado a su fin.

- Ahora me doy cuenta de que los ritos conducidos por los Guías forman un todo con la observación astronómica - le dije -. Además, los conocimientos de física que ello implica están bastante más allá de lo que mis lecturas me habían ilustrado.

- Sí, nuestros Guías tienen gran sabiduría. Por ello, todo el pueblo participa con entusiasmo en la erección de estos monumentos - dijo mirando hacia el poniente mientras alzaba su brazo señalando alguna posición más allá del horizonte -. Ahora mismo, en un lugar que sólo ellos conocen, y donde se encuentra otro pequeño grupo de ellos, se está marcando la tierra donde habremos de levantar el que conmemorará lo sucedido este día.

- *La roca reclinada indicará la altura sobre el horizonte - continuo diciendo en aquel tono de voz especial que por momentos adoptaba - y las que la flanquean indican la amplitud del recorrido sobre el cielo...*”

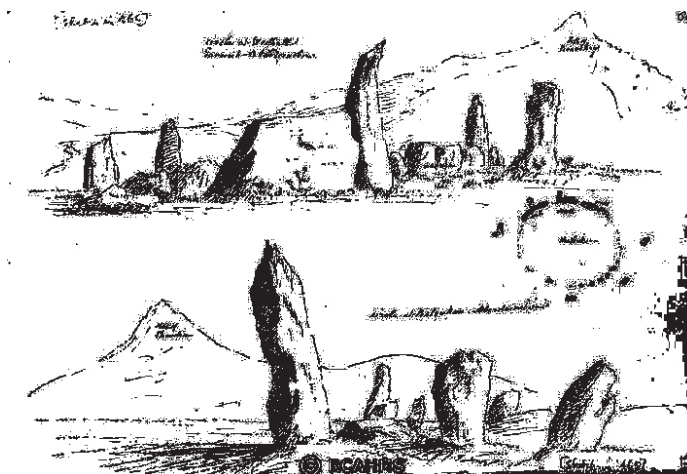
Lo único que alcancé a decir, afortunadamente, antes de despertar/distraer empapado de sudor entre las cobijas de mi cama, fue: “Gracias”. Al poco rato,

logré levantarme de la cama, me dirigí hacia acá, e inicié la escritura de este relato. Paso a paso, palabra a palabra fui reconstruyéndolo todo. A medida que avanzaba, las cosas se hacían más y más claras. Las razones por las cuales los datos que sobre los RSC (o Círculos de Roca Reclinante, por sus iniciales en inglés) no parecían seguir un determinado patrón, aparecieron como develadas por una mano. Es más, sentía que en algún momento, aplicando las técnicas necesarias y completando la información de detalle sobre los famosos huecos gravados en los menhires y rocas reclinadas (como *cup marks* se les conoce), yo podría determinar el eclipse de Sol o, incluso tal vez, de Luna

correspondiente a cada uno de estos círculos.

Eso fue todo. Por eso, esta tarde, en un afán de apaciguar mis emociones y meditar un poco sobre este cuasi sueño, me encontré observando imágenes del Sol sobre los muslos, el pecho y los brazos de una “alprita” que bailaba al ritmo de una cumbia en la pista

del Bar *Carta Blanca*. Con el cuartito de “pafísico”, bien helado, en la mano. Pude confirmar con facilidad la formación de este tipo de imagen cuando los rayos de luz pasan por pequeños orificios; eran una multitud de perforaciones sobre la lámina de una de las paredes, la oeste, de este bar. Consciente de ellos, los descubrí, también, sobre la camiseta blanca de un gordo barbón que estaba sentado tres mesas más allá de la nuestra, sobre la base del escenario en el que tocaba el conjunto *Proyecto*, e incluso, sobre la oscura columna de metal que soporta la gran palapa del lugar. Bebo un nuevo sorbo de cerveza mientras pienso que la lejanía de Stonehenge, en Inglaterra, y de Balquhain, en Escocia, no debería desanimarme. El simple gozo obtenido por estos hallazgos y el compartirlos con mis amigos, reaviva mi interés y me obliga a postergar otras tareas.



© Las Fotografías son propiedad de RCAHMS.

CARICATURA
POR:CHEIK



SALVADOR DALÍ

VISIÓN CIENTÍFICA

Nada es verdad,
nada es mentira,
todo depende
del cristal con que se mira.



Eleazar Bórquez Moreno
Licenciado en Comunicación gráfica (UNAM)
Maestro de la Licenciatura en Ciencias de
la Comunicación y diseñador editorial
Universidad de Sonora
cheybor@yahoo.com.mx

POSGRADOS DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PROFESIONISTAS CON VISIÓN

FÍSICA

ETAPAS

- I. Maestría en Ciencias (Física)
- II. Doctorado En Ciencias (Física)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Formación de cuadros docentes de alto nivel para la realización de labores de enseñanza de la física
- 2) Preparar personal con conocimientos y métodos de investigación científica
- 3) Estimular en los participantes del Programa el desarrollo de la capacidad innovadora para la solución de problemas, no sólo relacionados con la física fundamental, sino también de aquellos planteados por las distintas áreas productivas de la región y del país
- 4) Acercar a los participantes del Programa a problemas de frontera de posible repercusión tecnológica en los campos de la Física del Estado Sólido y a la Óptica Física.

Este programa se encuentra en el Padrón Nacional de Posgrado (2005-2010)

MATEMÁTICAS

ETAPAS

- I. Maestría en Ciencias (Matemáticas)
- II. Doctorado En Ciencias (Matemáticas)

OBJETIVOS:

- 1) Formar personal con alto nivel académico, con conocimientos amplios y suficientes en los contenidos, teorías y métodos de las principales ramas de la matemática, con habilidades para el estudio autónomo y comprensión de los resultados y avances de la matemática moderna y sus aplicaciones, y con capacidad para realizar labores de asesoría y apoyo matemático en proyectos de investigación y desarrollo de las distintas disciplinas de carácter científico y tecnológico.
- 2) A nivel doctorado, además de los anteriores, el objetivo principal es capacitar para la realización de la investigación original e independiente en el campo de las matemáticas y sus aplicaciones.

GEOLOGÍA

Maestría en Ciencias

OBJETIVO GENERAL:

Formar personal capacitado en el campo de la Geología

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Que el egresado obtenga la capacidad de desarrollar investigación original en Geología Básica y Aplicada, para poder incidir en propuestas concretas en beneficio de los sectores sociales y productivos. Además, que resuelva problemas de investigación geológica aplicada que son a menudo materia de trabajo de consultores extranjeros.
- 2) Que el Programa sirva como centro regional de formación de profesores para la región del noroeste de México, en áreas de las Ciencias de la Tierra.
- 3) Establecer un puente lógico entre las ciencias básicas: Física, Química, Biología y Matemática y las ingenierías (Civil, Minas y Metalurgia), con el fin de favorecer el trabajo multidisciplinario.

Mayores informes:

www.dcen.uson.mx

o bien

FÍSICA: www.fisica.uson.mx

MATEMÁTICAS: www.mat.uson.mx

GEOLOGÍA: www.geologia.uson.mx

POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

OBJETIVO GENERAL

Formar recurso humano orientado para entender, analizar y resolver problemas complejos dentro de organizaciones dedicadas a la producción de bienes o servicios.

PERFIL DEL EGRESADO

El egresado de la maestría en Ingeniería Industrial será capaz de planear, diseñar, implantar y controlar sistemas complejos integrados con factores hombre-máquina, utilizando para esto principios tecnológicos, cadena de suministros, productivos, ambientales, sustentables, calidad y administrativos, para mejorar la productividad y competitividad de organizaciones dedicadas a la producción de bienes y servicios.

Dependiendo del grado de estudios (Maestría o Especialización) y especialización seleccionada, el egresado tendrá una preparación adicional en:

- Ingeniería de calidad. Aptitud para el análisis, diseño y mejora de sistemas de calidad combinando aspectos administrativos y estadísticos.
- Producción. Aptitud para el análisis, diseño y mejora de sistemas productivos combinando los aspectos de la cadena productiva con los de producción limpia.
- Sistemas de información. Aptitud para utilizar la información y combinar la tecnología, gente, procesos y mecanismos organizacionales para mejorar el desempeño de las empresas.

TIPOS DE POSGRADO

- Maestría en ingeniería
- Especialización en ingeniería industrial

CAMPO DE DESARROLLO

El egresado del postgrado en Ingeniería Industrial, tendrá la formación para desarrollarse exitosamente en actividades de asesoría, investigación, docencia, aplicación de conocimientos en empresas dedicadas a: la producción de bienes (ensamble, manufactura, metalmecánica, transformación, etc.) y servicios (Gubernamental, Educación, Salud, Banca, Financiera, entre otras).

DURACION

Maestría: 4 semestres
Especialización: 3 semestres

MAYORES INFORMES

M.C. Ignacio Fonseca Chon
Coordinador del Programa de Posgrado
en Ciencias de la Ingeniería:
Ingeniería Industrial.

Email: ifonseca@industrial.uson.mx
Dirección Edificio 5M, Planta Baja.

División de Ingeniería
Edificio 5K, Planta Baja.
Departamento de Ingeniería Industrial.

Bld. Luís Encinas y Rosales,
Colonia Centro, C.p. 83000,
Hermosillo, Sonora, México
Teléfono/Fax 662-2592157 / fax 662-2592253
www.ingenierias.uson.mx



Especialización en Inmunoematología Diagnóstica

El Programa de Especialización en Inmunoematología Diagnóstica (PEIHD) es un posgrado en salud al que pueden solicitar su ingreso los médicos, químicos y biólogos, así como egresados de áreas afines de acuerdo con el criterio del comité de admisión.

Campo de acción

Laboratorios clínicos generales, bancos de sangre, laboratorios de patología, laboratorios de medicina transfusional, instituciones de investigación y educativas de nivel licenciatura (en las áreas de Inmunología, Hematología, Inmunoematología y Bioquímica Clínica, y en industrias relacionadas con el desarrollo y producción de métodos para inmunodiagnóstico.

Características Generales del Programa

La Especialización consta de 76 créditos que se cursan en dos semestres con dedicación de tiempo completo. Los estudiantes aceptados pueden desarrollar su tesis en cualquiera de las siguientes líneas de investigación:

- Inmunobiología de las enfermedades infecciosas de mayor prevalencia regional.
- Inmunobiología de las enfermedades crónico-degenerativas de mayor prevalencia regional.
- Diseño y estandarización de métodos para serodiagnóstico inmunoematológico.

Becas

En virtud de que el programa se encuentra registrado en el Padrón Nacional de Posgrado, los estudiantes tienen la posibilidad de obtener una beca CONACYT.

Para mayor información:

Visite el portal de la Universidad de Sonora <http://www.uson.mx>

Coordinador de Programa: Dra. María del Carmen Candia Plata.

E-mail: carmenc@guayacan.uson.mx

Dirección: Edificio 7D del Campus Universitario, CP 83,000.

Hermosillo, Sonora, México.

Teléfono: (662) 2-59-22-69

o bien www.biologicas.uson.mx