

ÓRGANO DE DIVULGACIÓN DE LAS DIVISIONES DE INGENIERÍA, CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES Y CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

EPISTEMUS

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SALUD

UNIVERSIDAD DE SONORA, JUNIO 2009, NÚMERO 6



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

ENERGÍA

Y DESARROLLO

- Investigación en Física
- Industria y Calidad
- Educación y Evaluación
- Salud y Sociedad
- Políticas de Ciencia y Tecnología
- Eventos, Noticias, Cientigrama

Indexada en:

Sistema Regional de Información
en Línea para Revistas Científicas
de América Latina, el Caribe, España y Portugal

latindex

ÍNDICE DE REVISTAS LATINOAMERICANAS EN CIENCIAS PERIODICA



UNIVERSIDAD DE SONORA

Unidad Regional Centro

División de Ingeniería

OFERTA EDUCATIVA

Departamentos

"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Ingeniería Industrial

Objetivo

Formar profesionales capaces de planear, operar, controlar y mejorar sistemas productivos en las organizaciones generadoras de bienes y servicios

Licenciaturas

- Ingeniería Industrial y de Sistemas.
- Ingeniería en Sistemas de Información.
- Ingeniería en Mecatrónica

Posgrado

- Maestría y especialidad en Ingeniería Industrial y de Sistemas con líneas terminales en:
 - Ingeniería de Calidad
 - Producción
 - Sistemas de Información
- Especialidad en Desarrollo Sustentable.

Mayores Informes

<http://www.industrial.uson.mx>



Ingeniería Química y Metalurgia

Objetivo

Formar profesionistas aptos para aplicar la química a la producción de bienes económicos, por medio de procesos donde interviene un cambio físico, químico o energético.

Licenciatura

- Ingeniería Química

Posgrado

- Maestría en Metalurgia Extractiva
- Maestría y especialidad en Ingeniería Química con líneas terminales en:
 - Procesos Químicos
 - Procesos Biotecnológicos
 - Procesos ambientales
 - Procesos Energéticos
 - Procesos Metalúrgicos

Mayores Informes

<http://www.ingenierias.uson.mx>



Ingeniería Civil y Minas

Objetivo

Formar profesionales con conocimientos, habilidades y actitudes para la planeación y desarrollo de proyectos en las áreas de Minería e Ingeniería Civil.

Licenciaturas

- Ingeniería Civil.
- Ing. en Minas

Posgrado

- Maestría y Doctorado en Ing. Civil con líneas de investigación en:
 - Construcción
 - Valuación

Mayores Informes

<http://www.dicym.uson.mx/wb2/>



Investigación en Polímeros y Materiales

Objetivo

Formar profesionales de alto nivel académico para llevar a cabo en forma eficiente las actividades de generación, aplicación y difusión de conocimientos de frontera en el área de ciencias de materiales

Posgrado

- Maestría y Doctorado en Materiales con líneas de investigación en:
 - Química supramolecular
 - Polímeros electroconductores
 - Química del estado sólido
 - Nanomateriales

Mayores Informes:

<http://www.polimeros.uson.mx/wb2/>

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Bvld. Luis Encinas y Rosales,
Colonia Centro, Hermosillo, Sonora.
C.P. 83000

Teléfono: 2592157 Fax: 2592253

<http://www.ingenierias.uson.mx>

CONTENIDO

DIRECTORIO	2
EDITORIAL	3
BASES	4

INVESTIGACIÓN

DISPERCIONES COLOIDALES EN PRESENCIA DE CAMPOS EXTERNOS.	5
Laura Lorenia Yeomans Reyna, Yofre Alexey Laborín González, Heriberto Acuña Campa.	
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD USANDO ANÁLISIS MULTIVARIADO.	10
Guillermo Cuamea Cruz, Carlos Anaya Eredias.	
EL CONCEPTO DE ESPACIO-TIEMPO EN FÍSICA.	15
Guillermo Arreaga García	
UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA DETERMINAR ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN UNA CUENCA URBANA DE GUAYMAS, SONORA.	20
Alejandra Montijo González, Alberto Eduardo Villa Terán, José Ismael Minjárez Sosa, Espinoza Inocente.	
AUTOESTÍMA Y CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO.	26
Sandra Lidia Peralta Peña, Nora Nelly Oliva Rodríguez, Santiago Enriqueta Esparza Almanza	
UN MODELO PARA ESTUDIAR LA ACCIÓN DE LA QUIMIOTERAPIA EN TUMORES CANCEROSOS.	33
Arnulfo Castellanos Moreno, Adalberto Corella Madueño, Sergio Gutiérrez López, Rodrigo Arturo Rosas Burgos	

DESDE LA ACADEMIA

HEMODINÁMICA: DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR POR MEDIO DE LA HEMODINÁMICA.	40
G. Vázquez Polo, R. Espejel Paz, Ricardo. Rodríguez Mijangos	
PROGRAMAS DE DOCENCIA EN APOYO A ALUMNOS: ASESORÍA ENTRE PARES.	46
M. Ignacio Cruz Encinas.	
CRECIMIENTO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA: ¿EXISTEN AVANCES QUE NOS INDIQUEN SU POSICIONAMIENTO COMO PROFESIÓN?.	51
Nora Margarita Muñoz Combs, Eva Angelina Hernández Villa., Olga Barragán Hernández.	

TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN APOYO A LOS ADULTOS MAYORES.	55
---	----

Martina Elisa Platt Borbón y Ana Claudia Bustamante
Córdova

POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LAS EVALUACIONES EDUCATIVAS EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS.	59
Héctor G. Riveros Rotgé.	
PLANTAS TERMOSOLARES DE CONCENTRACIÓN SOLAR PARA MÉXICO: TECNOLOGÍA DE TORRE CENTRAL.	65
Rafael E. Cabanillas López.	
LA REFORMA ENERGÉTICA EN MATERIA DE RENOVABLES: ¿PLANEACIÓN ESTRATÉGICA O IMPROVISACIÓN COYUNTURAL?.	72
Carlos Sánchez Mendoza, Paul Eblen González Arana.	

CTS-EPISTEMUS

UN ACERCAMIENTO A LOS REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE.	77
Gabriel Alberto García Mireles	
TUBERCULOSIS: UNA DISCUSIÓN EPIDEMIOLÓGICA ACERCA DE SU RELACIÓN CON DETERMINANTES SOCIALES Y LOS DESAFÍOS PARA SU CONTROL.	81
Gerardo Álvarez Hernández, María del Carmen Candia Plata	
ANALIZAN PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE PLANTAS DE ZONAS ÁRIDAS	85
Rafael Pacheco Rodríguez	
LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD COMO UN LÍMITE NATURAL.	87
Eduardo Verdín López	
PANORAMA MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR.	90
Emiliano Salinas Covarrubias	
PREMIO AL MÉRITO ACADÉMICO 2008 A MOTOMICHI INOUE NOGUCHI.	92
Rafael Pacheco Rodríguez	
CHARLES DARWIN: EL AVENTURERO DE LAS GALÁPAGOS.	93
Ricardo Rodríguez Mijangos	
NOTI-INGENIO	96
CIENCIA FICCIÓN: EN EL BOSQUE SOMBRÍO.	98
Ricardo Rodríguez Mijangos	
BREVIARIOS DE CIENCIA.	99
Emiliano Salinas Covarrubias	
CIENTIGRAMA.	100
Emiliano Salinas Covarrubias	

EPISTEMUS



UNIVERSIDAD DE SONORA

Dr. Heriberto Grijalva Monteverde
Rector
Dr. Enrique F. Velázquez Contreras
Secretario General Académico
Secretario General Administrativo
M.E. Rosa Elena Trujillo Llanes
Vicerrector Unidad Regional Centro
Ing. Enrique Gurrola Mac

DIRECCIÓN GENERAL

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Dr. Samuel Galaviz Moreno
M.C. Miguel Ángel Moreno Núñez

DIRECCIÓN EJECUTIVA

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez

DIRECCIÓN EDITORIAL

M.C. Olga Barragán Hernández
Fis. Emiliano Salinas Covarrubias
M.C. Sandra M. Gómez Cuadras

COMITE EDITORIAL (En este número)

Dra. Laura L. Yomans Reyna
Dr. Mario Enrique Álvarez Ramos
M.C. Manuel Balcázar Meza
Ing. Alejandro Salinas Echeverría
Dr. Miguel Valdéz Covarrubias
Dr. Ricardo Rodríguez Mijangos
M.C. Rodrigo Parada Ruiz

CORRECCIÓN DE ESTILO

Emiliano Salinas Covarrubias
Rafael Pacheco Rodríguez

DISEÑO

José Benito Montaña
Dagoberto Zamora Erazo
Eduardo Tamayo Morimoto

IMPRESIÓN

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



©Universidad de Sonora

EPISTEMUS, es una publicación semestral de divulgación científica, 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, o en las Divisiones respectivas.

Si quiere consultar los ejemplares anteriores:
www.ingenierias.uson.mx

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
Correo electrónico: pacheco@correom.uson.mx
Teléfono (016622)259-21-57

EDITORIAL

La investigación científica y tecnológica es una de las principales palancas de desarrollo de un país por lo que es prioritario que los gobiernos refuercen las políticas públicas en esta materia y destinen mayores recursos. Las universidades públicas y los centros de investigación son la fuente del saber, en su interior se encuentran las soluciones a muchos de los problemas del país: energía, medio ambiente, contaminación, uso racional de los recursos naturales, salud, entre otros. Si bien es cierto que el mundo de ahora nos obliga a pensar globalmente debemos actuar localmente. Una preocupación debe de ser garantizar la alimentación, la salud, el empleo y en general, mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

Las universidades tienen el compromiso de vincularse con los grandes problemas del país y contribuir a su solución, por ello, es necesario reforzar las líneas de comunicación para extender el conocimiento que se crea y genera a los diversos sectores de la sociedad. La Revista Epistemus es un instrumento de comunicación, un puente de enlace entre tres divisiones académicas, que unen esfuerzos para divulgar los estudios o reflexiones sobre temas relacionados con la ciencia, la tecnología, la salud y la sociedad. Es una ventana de oportunidades sobre temas diversos relacionados con el conocimiento.

El formato de la revista se divide estratégicamente en 4 secciones: Proyectos de investigación, Desde la academia, Políticas de ciencia y tecnología, CTS Epistemus. En este

número resaltan los estudios sobre energía, se expone el relacionado con la energía solar, un proyecto de heliostatos en el país, resalta también el uso de fuentes alternas de energía y políticas en este rubro. En salud, se exponen los temas de tabaquismo y tuberculosis, enfermedades que merecen una atención especial. La física y la salud se integran para explicar algunos casos de tumores y sobre la sangre de nuestro organismo. El tema de la educación y su evaluación es tratada por un experto en esta materia el Dr. Héctor Riveiros.

Como siempre, se incluyen las secciones de noti-ingenio, cientigrana, breviaros de ciencia, ciencia ficción y una reseña sobre Charles Darwin, esperando que sea de su interés. Se incluye también como siempre en cada artículo el correo electrónico para los que deseen profundizar en un tema específico se contacten con los autores.

Aprovechando las nuevas tecnologías de la información como internet, Epistemus puede ser consultada en cualquier parte del mundo, pues se edita electrónicamente y su consulta es gratuita. Vale la pena comentar que forma parte del acervo bibliográfico de varias redes electrónicas como Latindex y Periódica.

Desde luego, queremos agradecer al personal académico pues son los que hacen posible la edición de esta revista. Con la esperanza de que este esfuerzo le sea de utilidad, agradeceremos sus comentarios y observaciones.

Comité editorial

La ciencia y la tecnología son consideradas pilares fundamentales sobre los que se sustenta el desarrollo de un país, por lo que es importante 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, es la generación de 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 para dar a conocer en forma comprensible las investigaciones realizadas, proyectos, programas académicos 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, acuicultura, medicina, biología, agricultura.

DIRIGIDA A

Los sectores relacionados con la educación, la investigación, empresarios, dependencias gubernamentales, 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 la solución de problemáticas específicas de la sociedad, del sector productivo, del educativo, entre otros.
- 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, empresarios y 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 15, con figuras y fotos.
- Incluir fotos y gráficos de buena resolución, por separado en formato JPEG.
- 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, adscripción y correo electrónico.
- Reducir al máximo las citas bibliográficas.

CONTENIDO DE LA REVISTA

- Artículos de proyectos, reseñas, ensayos, información de interés, noticias, eventos relevantes, convocatorias, etc.
- Ceder los derechos del artículo a la revista Epistemus.
- Que el artículo sea original y no se haya publicado en otro medio.

FECHA PARA LA RECEPCIÓN DE ARTÍCULOS

- Fecha límite de entrega con el responsable de la División: 18 de Septiembre de 2009

DIRECCIÓN GENERAL DE LA REVISTA

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Directora de la División de Ingeniería.
M.C. Miguel Ángel Moreno Nuñez
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

DISPERSIONES COLOIDALES EN PRESENCIA DE CAMPOS EXTERNOS

LAURA LORENIA YEOMANS REYNA, YOFRE ALEXEY
LABORÍN GONZÁLEZ, HERIBERTO ACUÑA CAMPA

En la última década, se han presentado avances significativos en el campo de la física coloidal, particularmente cuando las dispersiones coloidales se encuentran expuestas a campos externos de naturaleza eléctrica, magnética, óptica, flujos, así como también en diversas condiciones de confinamiento. En este artículo se expone brevemente el producto de una revisión bibliográfica sobre el tema y se presentan resultados obtenidos mediante simulación de Dinámica Browniana de No-Equilibrio, para el caso particular de una dispersión coloidal bidimensional de partículas cargadas en presencia de campos eléctricos externos constantes. Se obtiene la formación de “patrones de líneas” de partículas coloidales, manifestando con ello una transición de fase de no-equilibrio.

DRA. LAURA LORENIA YEOMANS REYNA,
Coreo: lyeomans@correo.fisica.uson.mx
Doctora en Física, Departamento de Física, UNISON
MC. YOFRE ALEXEY LABORÍN GONZÁLEZ,
Coreo: yalaborin@correo.fisica.uson.mx
Posgrado del Departamento de
Investigación en Física, UNISON
DR. HERIBERTO ACUÑA CAMPA
Coreo: hacuna@correo.fisica.uson.mx
Doctor en Física, Departamento de Física
Investigadores de la Universidad de Sonora

QUE SON LAS DISPERSIONES COLOIDALES

Las dispersiones coloidales son soluciones de partículas mesoscópicas solidas con tallas que van de 1 nm (nanómetro) a 1 μm (micrómetro) aproximadamente, inmersas en un solvente líquido. Las dispersiones conocidas como monodispersas (de una sola talla) son sistemas modelos excelentes que juegan un rol muy importante en la mecánica estadística de muchos cuerpos. En las últimas décadas este hecho ha sido explotado para entender diferentes fenómenos tales como transiciones de fase de equilibrio (ejemplo, fluido-fluido). Recientemente⁽¹⁾, las dispersiones coloidales están jugando un papel significativo para entender los procesos físicos de fenómenos de no-equilibrio entre los cuales se puede mencionar la transición vítrea, formación de geles, fenómenos de nucleación y formación de patrones de líneas.

La gran ventaja de los sistemas coloidales reside en que se pueden estudiar en el espacio real en virtud del tamaño de los coloides (con microscopía óptica), en la facilidad de preparar sistemas en equilibrio debido al solvente molecular que rodea a los coloides y en la factibilidad de modular la interacción entre ellas. La aplicación de un campo externo a una dispersión coloidal, provee de una forma natural para llevarla del equilibrio a una situación de no-equilibrio, permitiéndonos observar y estudiar la fenomenología como respuesta de la dispersión al campo externo. H. Lowen⁽²⁾, en su artículo de presentación de la CODEF II, nos ofrece un esquema comparativo muy interesante sobre la relación entre la complejidad de los sistemas coloidales y la complejidad de los problemas.

De forma esquemática, este mapa (que se reproduce en la Figura 1) nos permite identificar diferentes clases de problemas y sistemas de acuerdo a su complejidad, dentro de los cuales se pueden identificar los siguientes: dispersiones coloidales en el bulto, sujetas a esfuerzos cortantes, en presencia de campos eléctricos y magnéticos, en campos de luz y dispersiones coloidales confinadas. Se recomienda al interesado en este campo, la lectura del artículo de revisión de H. Lowen, en el que presenta de forma resumida los avances en el campo de la física coloidal de los últimos años, desde una perspectiva tanto teórica, como experimental y de simulación computacional, haciendo énfasis en la naturaleza de los campos externos presentes.

La presencia del campo eléctrico constante sobre una dispersión coloidal de partículas cargadas, constituye un ejemplo interesante de fenómeno de no-equilibrio. Particularmente, en el caso de una dispersión formada por una mezcla binaria de partículas coloidales, la aplicación de campos constantes opuestos sobre cada una de las dos especies, puede producir una transición que lleva a la formación de líneas de partículas coloidales en movimiento estacionario en direcciones opuestas. Esta transición se presenta principalmente cuando los campos externos aplicados son suficientemente intensos y para el caso de dispersiones coloidales concentradas. Este fenómeno de no-equilibrio de "patrones de líneas", fue obtenido mediante simulaciones de dinámica Browniana por J. Dzubiella et al⁽³⁾ en el 2002, mostrando con ello que mediante experimentos relativamente sencillos de simulación molecular, era posible obtener la formación de patrones de líneas en sistemas coloidales sin confinamiento (bulto). Recientemente, Leunissen et al han desarrollado un sistema coloidal modelo de partículas de polimetilmetacrilato (PMMA), que mediante la técnica de microscopía confocal, les ha permitido estudiar diversos cristales coloidales binarios de partículas con carga opuesta. Como lo describen en su interesante artículo de Nature⁽⁴⁾ del 2005, en ausencia de un campo eléctrico estos sistemas coloidales permanecen como cristales binarios, sin embargo, al aplicar un campo eléctrico que excede un valor crítico, la estructura cristalina se destruye y las partículas coloidales son arrastradas en forma tal que se forman patrones de líneas paralelas a la dirección del campo.

En forma resumida, se puede señalar que en estos últimos ocho años⁽⁵⁾, las investigaciones en este campo han llevado a conocer de este fenómeno aspectos como los siguientes: se presenta en sistemas coloidales tanto en tres como en dos dimensiones (membranas); que al eliminar el campo externo en sistemas coloidales que presentan patrones de líneas, es posible recuperar de nuevo a la dispersión coloidal en equilibrio; que bajo condiciones especiales es posible observar el fenómeno de histéresis; que para el caso de sistemas muy concentrados es posible llevar al sistema a una situación de "atascamiento" (jamming) al eliminar el campo externo, similar a la situación que se observa en las líneas de muchos peatones que caminan en direcciones opuestas sobre una rúa; que aparentemente este mismo tipo de patrones de líneas se han observado en sistemas de medios granulares, entre otras.

Uno de los intereses de la Academia de Biofísica y Fluidos Complejos y del CA de Materiales Blandos del Departamento de Física, es el estudio de las propiedades estructurales y dinámicas de sistemas coloidales desde la perspectiva teórica, experimental como de simulación molecular, y hasta el momento nuestros esfuerzos han estado dirigidos, en gran medida, al estudio de sistemas en equilibrio⁽⁶⁾. Con el objetivo de aproximarnos cada vez más hacia la fenomenología de sistemas coloidales fuera de equilibrio, los problemas abiertos planteados por H. Lowen resultan ser de lo más sugestivos, por la elegancia implícita en la sencillez de los sistemas modelos y por la posibilidad de experimentar y explorar con ellos mediante simulaciones moleculares relativamente simples⁽⁷⁾. En este sentido, en las siguientes secciones se presentan los resultados de nuestro primer acercamiento hacia el entendimiento del fenómeno de formación de "patrones en línea" en un sistema coloidal bidimensional de partículas cargadas en bulto.

SISTEMA MODELO Y SIMULACIÓN MOLECULAR

Nuestro sistema consiste de N partículas coloidales esféricas cargadas de diámetro σ , inmersas sobre la superficie libre de un solvente acuoso. Como nuestro objetivo es llevar a esta dispersión coloidal desde el equilibrio (en ausencia de campo externo) hasta una situación fuera de equilibrio (mediante la aplicación de campos externos), se ha visualizado al sistema como una mezcla binaria. A cada una de las especies les aplicamos campos constantes (F_i^{ext} , con $i = 1$ y 2) paralelos a la superficie en la que residen las partículas coloidales. En la gran mayoría de los resultados que ilustraremos posteriormente, los campos externos se han seleccionados en sentidos opuestos, sin embargo esta no es una condición necesaria para que su aplicación genere patrones en línea. Igualmente, con el objetivo de verificar el cálculo de propiedades estructurales y dinámicas de la dispersión, nos hemos restringido fundamentalmente al caso en el cual las magnitudes de los campos aplicados sean iguales. Cabe señalar que esta última consideración tampoco es una condición definitiva para la formación de patrones alineados; también es posible observarlos cuando los campos son asimétricos en magnitud o bien, cuando sus magnitudes varían oscilatoriamente en el tiempo.

Sabemos que en ausencia de campo externo, las propiedades termodinámicas de la dispersión coloidal dependen del potencial de interacción entre las partículas coloidales. Por simplicidad consideraremos como potencial de interacción modelo $u(r)$ el de Yukawa, mismo que para el caso monodisperso es de la forma $u(r) = K e^{-\kappa(r-\sigma)}/r$. Este potencial de interacción efectivo, es utilizado ampliamente para sistemas coloidales estabilizados por carga, donde K es una constante de interacción del potencial y κ la longitud inversa de apantallamiento del potencial, misma que puede modularse modificando la concentración de sal en la dispersión.

Como en una dispersión coloidal las partículas describen un

movimiento Browniano⁽⁹⁾, la ecuación que rige el comportamiento dinámico de cada partícula coloidal es la ecuación de Langevin: $m dv_j/dt = F_v + f + F_c$, (con $j=1,2,\dots,N$). En esta ecuación (tipo Newton), se incluyen como fuerzas las siguientes: F_v de naturaleza viscosa ($\sim av$, Stokes) debida a la resistencia que ejerce el solvente como un continuo; f , de naturaleza aleatoria (ruido), producto de las colisiones que imprimen las partículas del solvente sobre la macropartícula coloidal; finalmente, en F_c se incluye la suma de las fuerzas que ejercen las N-1 partículas coloidales sobre la j-esima partícula en cuestión (en nuestro caso corresponderían al potencial de interacción de Yukawa). Para el caso en que la dispersión coloidal se encuentre en presencia de un campo externo, deberemos incluir adicionalmente en la ecuación anterior, un término F^{ext} que representa la acción del campo externo sobre la partícula coloidal (en nuestro caso, de magnitud constante).

Las simulaciones que hemos utilizado son de dinámica Browniana de no-equilibrio. La forma de implementarla consiste en partir de una simulación de dinámica Browniana de equilibrio (con $F^{ext} = 0$), termalizar (que significa lograr que el sistema llegue al equilibrio), para posteriormente "prender" el campo externo ($F^{ext} \neq 0$). Sucedido lo anterior, esperar de nuevo a que el sistema, de ser posible, alcance un estado estacionario de no-equilibrio. Finalmente verificar si las condiciones de los valores de parámetros del potencial, concentración e intensidad del campo externo son suficientes para manifestar el patrón de líneas en la dispersión coloidal. Al menos esto es lo que se haría, en primera intención, para "observar" la fenomenología. Para nuestras simulaciones, hemos elaborado un código en lenguaje FORtran en el que hemos utilizado el algoritmo de Ermak y McCammon⁽⁹⁾ de no-equilibrio, mediante el cual se calculan las posiciones de las N partículas en el tiempo, de forma tal que podamos obtener la evolución temporal del sistema, con ello observar diferentes configuraciones ("fotografías") del mismo y, porque no, editar un video que nos permita visualizar la cadencia con la que se presentan estos fenómenos de no-equilibrio. En opinión de los autores, este último aspecto es sumamente ilustrativo. Con las configuraciones obtenidas de la simulación, hemos elaborado un conjunto de videos haciendo uso del software Persistence of Vision Raytracer (POV Ray, de fuente libre) y Adobe Flash Player (flash, f_{TM}).

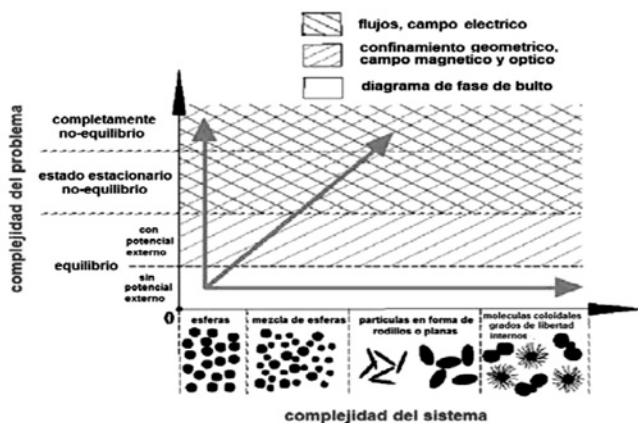


Figura 1. Mapa de complejidad para dispersiones coloidales en campos externos: el eje x muestra la complejidad del sistema en términos de los grados de libertad necesarios para describir una configuración, el eje y describe la complejidad del problema que va desde los problemas de bulto en equilibrio hasta los problemas dependientes del tiempo de sistemas completamente fuera de equilibrio. Se indican las regiones asociadas a diferentes tipos de campos externos. Las flechas indica el tipo de progreso de investigaciones recientes. (Figura 1, tomada de J. Phys.: Condens. Matter 20, 404201, 2008).

SINTONIZANDO EL CAMPO EXTERNO

En la simulación con dinámica Browniana que aquí planteamos, será necesario especificar los valores para los parámetros del potencial de interacción entre las partículas coloidales (K y κ), el campo externo (F^{ext}) y la concentración (n) o fracción en área (ϕ) de la dispersión coloidal. Adicionalmente, en la simulación se necesita especificar el número de partícula (N) con el que se hará la simulación y el tiempo de paso (Δt) con el que "se moverán" a las partículas. Se puede iniciar la simulación especificando como configuración inicial a una en la que las N partículas se colocan aleatoriamente sobre una celda cuadrada de lado l , determinado por la concentración de la dispersión.

En la Figura 2 mostramos el comportamiento típico de la energía potencial promedio de las partículas coloidales. En ella se ilustra cómo cambia su comportamiento con el tiempo antes y después de encender el campo externo sobre las partículas coloidales. Señalamos previamente que el campo externo paralelo a la superficie de la dispersión podría tener diferente magnitud y sentido, en las Figura 3 se presentan configuraciones (fotografías) de la simulación para diferentes selecciones del campo, donde se manifiestan los patrones de líneas de partículas, paralelas al campo externo.

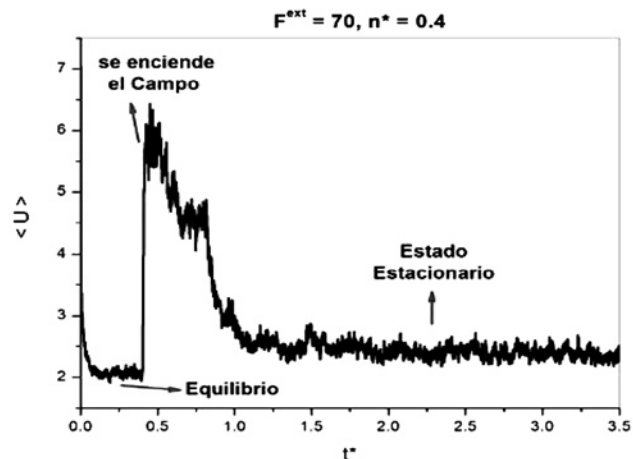


Figura 2. Comportamiento de la energía potencial promedio como función del tiempo adimensional t^* .

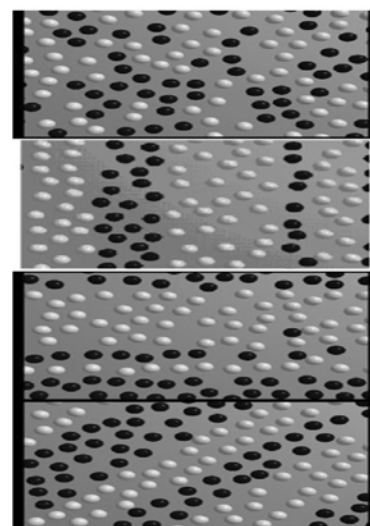


Figura 3. Configuraciones que ilustran el efecto de la aplicación de un campo eléctrico. La figura superior corresponde a una configuración

inicial de equilibrio. Las figuras subsiguientes muestran configuraciones de estados estacionarios donde se manifiestan los patrones de franjas de partículas. Los colores de las partículas coloidales distinguen la dirección de su movimiento en el sentido del campo.

Como se mostrará posteriormente, el fenómeno de formación de patrones de líneas solo se presenta si el campo externo excede un valor crítico, mismo que depende de los parámetros del potencial de interacción $u(r)$ y de la concentración de partículas en la dispersión. En estas figuras hemos distinguido con colores a las partículas de acuerdo al sentido de su movimiento. Si se desea observar la cinética de esta transición, se recomienda al interesado acceder a los videos que se ponen a su disposición en la página que se indica a continuación: <http://nirvana.fisica.uson.mx/~laura/epistemus/dcce.htm>.

PROPIEDADES ESTRUCTURALES Y DINÁMICAS

Más allá de observar estos patrones de no-equilibrio, que por cierto es muy estimulante e interesante, por la cantidad de respuestas del sistema ante las diferentes formas posibles de aplicar el campo externo, nos hemos planteado la posibilidad de calcular propiedades generales del sistema, tanto estructurales como dinámicas, que nos permitan entender su comportamiento. La primera de ellas que hemos calculado es el perfil de concentración local de la dispersión, es decir, el comportamiento de la concentración de partículas en la dirección perpendicular al campo externo. Esta propiedad es fundamental cuando se estudian sistemas coloidales confinados en los que, por ejemplo, pueden estar presentes fronteras (paredes) que inducen en la dispersión un comportamiento no-homogéneo en la concentración. En nuestro caso, la dispersión coloidal no está confinada por ningún tipo de frontera (es una dispersión coloidal en el bulto), sin embargo también se trata de una dispersión coloidal no-homogénea. Los patrones de franjas (o líneas) son su manifestación, y esto es parte de lo interesante: la aplicación de campos externos constantes en una dispersión coloidal en equilibrio, puede ser suficiente para producir en la dispersión un ordenamiento (consistente con el campo externo aplicado). En la Figura 4 se presenta un ejemplo de perfil de concentración $n_i(x)$ (con $i=1$), en el que los campos externos son de igual magnitud y sentidos opuestos en la dirección del eje y . La especie 1 que se ilustra en la figura, corresponde a las partículas que se mueven en la dirección positiva de y . El perfil de concentración de la especie 2 (que se mueven en dirección opuesta) tiene un comportamiento similar, solo que en este caso los máximos se presentan en los mínimos de la especie 1. Las regiones en las que la concentración local se anula, son una manifestación cuantitativa de la segregación de las especies de la dispersión.

Cuando uno observa este tipo de comportamiento en los perfiles de concentración, es natural preguntarse sobre como cuantificar el ordenamiento de las partículas coloidales al encender el campo externo. Una propiedad que también podemos cuantificar con las simulaciones de dinámica Browniana es el parámetro de orden dependiente del tiempo, esta cantidad es muy sencilla de evaluar, a saber: en cada configuración (en cada fotografía) nos ubicamos en cada una de las partículas de la especie 1 y medimos la distancia a la que se encuentran todas las partículas de la especie 2, si se encuentran a una distancia mayor que una longitud característica (dependerá de la distancia promedio entre partículas y en consecuencia de la concentración) asociamos el valor 1 al parámetro de orden, de lo contrario asociamos el valor 0. Esto lo repetimos con todas las partículas de la especie 1 y calculamos un promedio. Para obtener la dependencia temporal del parámetro de orden $O(t)$, calculamos de nuevo lo anterior para cada una de las configuraciones obtenidas en la simulación. En la Figura 5 mostramos un caso ilustrativo e interpretamos cualitativamente de la forma siguiente: si $O(t)$ es mayor a 0.5 tendremos presente el patrón de franjas alineadas, de lo contrario diremos que el campo externo no ha sido suficiente para provocar el ordenamiento de las partículas de la

dispersión. De hecho este parámetro es la cantidad natural a la cual es importante darle seguimiento en simulaciones de no-equilibrio como éstas, pudiendo sustituir al cálculo de la energía potencial promedio en el análisis de la termalización y estacionaridad ilustrada en la Figura 3 (nos proveen de información fenomenológica equivalente).

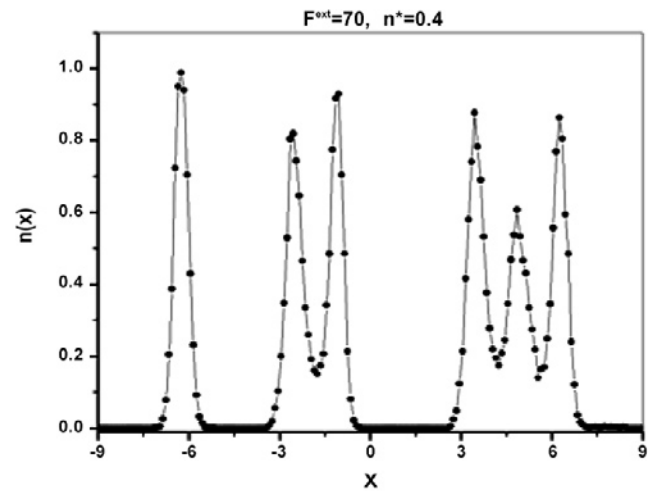


Figura 4. Perfil de concentración local de la especie 1,

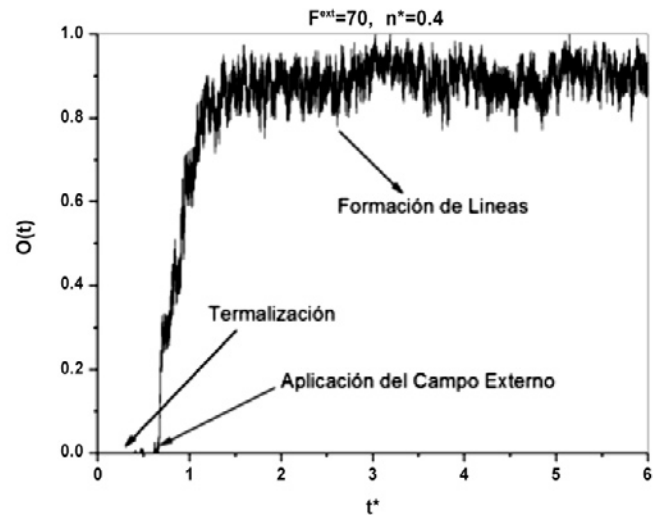


Figura 5. Parámetro de orden dependiente del tiempo.

Extendiendo nuestra experiencia en el cálculo de propiedades de autodifusión en sistemas coloidales en equilibrio, nos dimos a la tarea de cuantificar de forma similar, el desplazamiento cuadrático medio $W(t)$ y el coeficiente de difusión dependiente del tiempo $D(t)$ de cada una de las especies de la dispersión coloidal. Sin embargo, en este caso, la fenomenología nos sugiere calcular estas propiedades en las direcciones paralela y perpendicular al campo externo. En la Figura 6 mostramos los resultados para los desplazamientos cuadráticos medios para uno de nuestros sistemas modelo. Para proceder con el análisis de esta figura, recordemos que para el caso de una dispersión coloidal muy diluida y en equilibrio, esperaríamos que esta propiedad presentara un comportamiento lineal en el que la pendiente nos brinda información del coeficiente de autodifusión D_0 (A. Einstein, Ann. d. Phys.17, 549, 1905).

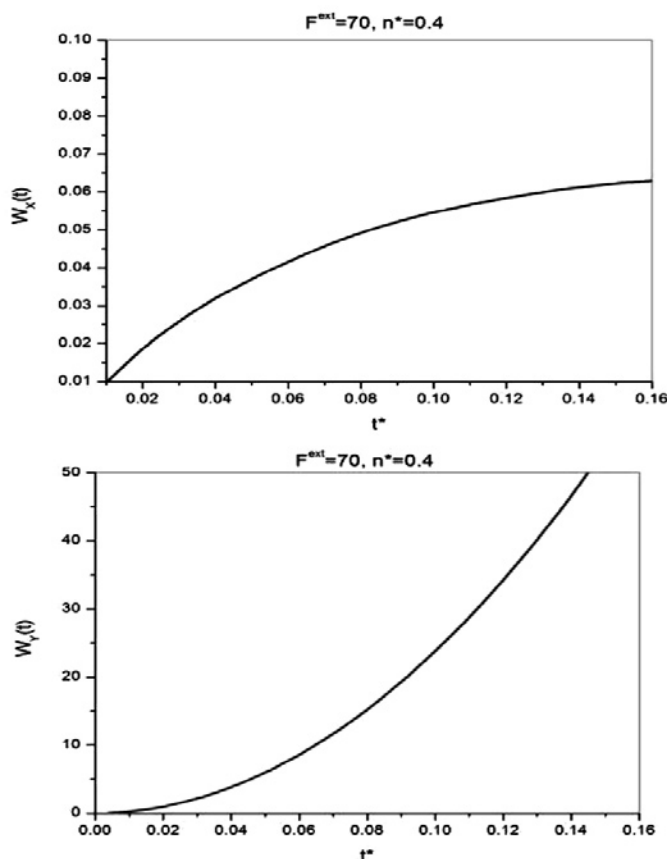


Figura 6. Desplazamiento cuadrático medio perpendicular y paralelo a la dirección del campo externo.

Del conocimiento de propiedades básicas como las anteriores, es posible construir diagramas de fase de no-equilibrio, importantes para caracterizar a los sistemas coloidales en presencia de campos externos, así como lo son los diagramas de fase de equilibrio en los que es posible observar, por ejemplo, los estados de agregación de una sustancia y las líneas de transición de fase. Otra propiedad interesante es la velocidad de arrastre provocada por el campo externo, que nos permita estudiar el comportamiento reológico de sistemas expuestos a campos externos. Se reservan para una publicación más especializada, algunos de los resultados obtenidos en relación a estas propiedades.

CONCLUSIONES

En este artículo se presenta una breve revisión sobre aspectos interesantes en el campo de la física de las dispersiones coloidales fuera de equilibrio, haciendo énfasis en el fenómeno de formación de patrones de líneas (o franjas) de partículas coloidales. Se ilustra la fenomenología con resultados gráficos y de video obtenidos mediante simulaciones de dinámica Browniana de no-equilibrio de un sistema modelo sencillo de partículas coloidales cargadas. Se presentan resultados de propiedades básicas como los perfiles de concentración local, los parámetros de orden y desplazamientos cuadráticos medios en las direcciones paralela y perpendicular al campo externo aplicado, en los que se muestra claramente el impacto en la segregación de partículas coloidales en presencia de un campo externo constante. Es importante señalar que los recursos de cómputo necesarios para obtener resultados como los aquí expuestos, pueden ser bastante

modestos. De esta forma, la simulación molecular, además de ayudarnos a entender problemas de investigación específicos, se convierte en una herramienta ad-hoc para explorar y hurgar con nuestros estudiantes de ciencias e ingeniería, de licenciatura y de posgrado, sobre las razones microscópicas que pudiesen estar subyacentes en problemas reales más complejos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el financiamiento obtenido mediante los proyectos CONACYT (44744) y SEP (CA-Materiales Blandos) en el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Del 31 de marzo al 2 de abril del 2008, se desarrolló la Conferencia Internacional sobre Dispersiones Coloidales en Campos Externos (CODEF II) en Bonn-Bad Godesberg (Alemania). La revista Journal of Physics: Condensed Matter dedica su volumen número 20 a la publicación del programa científico de este evento.
- (2) H. Lowen, J. Phys.: Condens. Matter 20, 404201 (2008).
- (3) J. Dzubiella et al, Physical Review E 65, 021402 (2002).
- (4) M. E. Leunissen et al, Nature 437, 235-240 (2005).
- (5) J. Chakrabarti et al, Physical Review E 70, 012401 (2004); M. Rex, Physical Review E 75, 051402 (2007); Dirk Helbing et al, Physical Review Letter 84(6), 1240 (2000).
- (6) H. Acuña-Campa et al, Physical Review Letters 80, 5802 (1998); H. Acuña-Campa and M. Medina-Noyola, J. Chem. Phys. 113, 869 (2000); L. Yeomans-Reyna et al, Phys. Rev. E 67, 021108 (2003); L. Yeomans-Reyna et al, Physical Review E 76, 041504 (2007).
- (7) Computer Simulation of Liquids, M. P. Allen y D. J. Tildesley, Oxford University Press (1989).
- (8) Selected Papers on Noise and Stochastic Processes, N. Wax editor, Dover Publications (1954).
- (9) D. L. Ermak y J. A. McCammon, Journal of Chemical Physics 69, 1352 (1978).



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN PRODUCTOS O PROCESOS CON MÚLTIPLES CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD CORRELACIONADAS

GUILLERMO CUAMEA CRUZ, CARLOS ANAYA EREDIAS

Una preocupación de los sectores productivos dedicados a la industria manufacturera, es seguramente lograr productos de buena calidad para un mejor posicionamiento en el mercado. En este artículo se presenta una revisión y descripción de los métodos estadísticos multivariados que se han propuesto hasta ahora para evaluar de una manera integral la habilidad que tiene un proceso de producción para el desarrollo de productos de buena calidad. Posteriormente se expone una metodología de evaluación que considera de manera simultánea distintas características de calidad, suponiendo que dichas características están correlacionadas y que se ajustan bastante bien a la distribución normal multivariada. La metodología se centra en como definir una región específica confiable que permita evaluar la habilidad que tiene un proceso que conlleve a tener un producto de buena calidad. En el presente artículo se proporciona un ejemplo de la metodología propuesta para el caso de dos variables correlacionadas, las cuales pueden modelarse utilizando la distribución normal bivariada.

MC. GUILLERMO CUAMEA CRUZ
Correo: gcuamea@industrial.uson.mx
MC. CARLOS ANAYA EREDIAS
Correo: canaya@industrial.uson.mx
Maestros del Departamento de Ingeniería
Industrial
Universidad de Sonora

LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Hoy en día la mayoría de los productos manufacturados tienen varias características de calidad que son importantes para el cliente. Para saber si el proceso actual posee la habilidad para reproducir estas características de calidad en los productos se debe analizar la capacidad que tiene el proceso. Los estudios de capacidad tradicionales tratan a los productos como si ellos solo tuvieran una característica crítica de interés. Sin embargo, la gran mayoría de los productos tienen múltiples características que son de interés para el cliente, Davis (2006). Todas estas características críticas deben estar dentro de sus respectivas especificaciones para que el producto se considere aceptable. Si solo una de ellas no cumple con las especificaciones esto será suficiente para que el cliente considere inaceptable el producto.

Los índices de capacidad más utilizados actualmente suponen que dichas características de calidad son independientes, se distribuyen normalmente y no se encuentran correlacionadas. Además, se sabe que los índices de capacidad deben obtenerse cuando el proceso se encuentra funcionando dentro de los límites de control, Montgomery (2006).

Otro aspecto importante es el señalado por Linn et al. (2006), el cual hace resaltar que la selección de proveedores es una parte importante de la administración de la cadena de suministros y se utilizan técnicas tales como, la comparación de precios, inspección por muestreo, visitas a la fábrica, encuestas en el sitio, certificación en ISO 9000 o QS 9000 y capacidad de los procesos. De todas las anteriores, el análisis de la capacidad de los procesos es considerado el método más efectivo en seleccionar productos y partes de calidad.

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CALIDAD

Tomando como punto de partida todo lo anterior, y considerando que la evaluación de la capacidad que tiene un proceso para que los productos cumplan con las especificaciones, en este trabajo se presenta un procedimiento para evaluar la habilidad que tienen los procesos para que los productos cumplan con varias características de calidad importantes en forma simultánea, suponiendo que dichas características de calidad se encuentran correlacionadas y pueden modelarse usando una distribución normal multivariada.

Con base en el cálculo de la proporción no conforme para el caso univariado, se han propuesto varios índices de capacidad para evaluar en forma integral la capacidad que tiene un proceso para reproducir todas las características de calidad deseables en un producto usando un sólo número, entre estos trabajos tenemos el Chen et al. (2004), quienes proponen el índice de capacidad, mostrado en la ecuación (1), el cual se basa en una extensión de los índices univariados propuestos por Kane en 1986. El índice propuesto sólo aplica para características de calidad con especificaciones unilaterales, independientes y con distribución normal.

$$C_T = \frac{1}{3} \Phi^{-1} \left(\prod_{i=1}^k \Phi(3C_{poi}) \right) \quad (1)$$

Donde:

k = Variables o características del producto

C_{poi} = C_{pli} para aquellas características del tipo "mayor es lo mejor"

C_{poi} = C_{pui} para aquellas características del tipo "menor es lo mejor"

El índice anterior multiplica los índices univariados para cada una de las variables o características de calidad sin considerar la correlación que pudiese existir entre las variables.

Pearn et al. (2005) propone que la proporción conforme de un proceso que consta de varias características de calidad, independientes

y distribuidas normalmente, puede ser evaluada en términos de un índice de capacidad integrado mediante la siguiente relación, que se muestra en la ecuación (2).

$$C_T = \frac{1}{3} \Phi^{-1} \left(\left(\prod_{j=1}^{n_i} [2\Phi(3C_{pij}) - 1] + 1 \right) / 2 \right) \quad (2)$$

El índice anterior es una extensión del propuesto por Chen et al. (2004), ya que incluye también a características de calidad con especificaciones bilaterales.

Los índices de capacidad multivariados, señala Foster et al. (2005), aparecen en la literatura al principio de 1990 y la mayoría de ellos suponen datos normales, un proceso estable, independencia y son generalizaciones de sus contrapartes univariados. Estos mismos autores desarrollan un procedimiento para evaluar el desempeño de un proceso y utilizan el procedimiento multivariado de análisis de componentes principales para determinar la mayor dirección de la variación de las mediciones del proceso multivariado. El éxito del procedimiento que ellos proponen depende de que el proceso sea normal.

Otro investigador F. K. wang, (2006), señala que cuando las características de calidad están relacionadas, el análisis para evaluar el desempeño de un proceso debe basarse en técnicas estadísticas multivariadas. Este investigador utiliza la distancia euclidiana que la llama distancia geométrica para desarrollar el siguiente índice de capacidad compuesto, el cual se modela mediante las ecuaciones (3) y (4):

$$M\hat{C}_{pc} = \left(\prod_{i=1}^K \hat{C}_{pc(i)} \right)^{1/k} \quad (3)$$

$$\text{donde } \hat{C}_{pc(i)} = \frac{MRD_i}{3\sqrt{\pi/2}E[G_i]} \quad (4)$$

Donde:

k = Numero de variables

$\hat{C}_{pc(i)}$ = Representa el índice de capacidad estimado de la i-esima variable distancia geométrica.

MRD_i = Máxima distancia radial del valor nominal al perímetro de la región de tolerancia.

G_i = Distancia geométrica para la característica de calidad i.



Los aspectos que se resaltan con respecto a este índice, es que puede ser utilizado para evaluar el desempeño de un proceso que tenga características de calidad correlacionadas y no correlacionadas y además reduce la dimensionalidad de los datos. Un aspecto en contra que presenta el índice es que resulta difícil definir la distribución de la distancia geométrica G, para cada uno de los posibles resultados, a saber, grupo de variables no correlacionadas y grupos de variables correlacionadas. El autor utiliza simulación para ajustar la mejor curva

a para las distintas distancias geométricas.

K. S. Chen et al. (2003), propone un índice de capacidad general utilizando la ecuación (5), para medir la capacidad en productos con múltiples características de calidad.

$$S_{pk}^T = \frac{1}{3} \Phi^{-1} \left\{ \left[\prod_{j=1}^v \left(2\Phi \left(3S_{pkj} \right) - 1 \right) + 1 \right] / 2 \right\} \quad (5)$$

Donde S_{pkj} es el valor S_{pk} para la j -ésima característica y V es el número de características. El valor de S_{pk} viene dado por la ecuación (6).

$$S_{pk} = \frac{1}{3} \Phi^{-1} \left\{ \frac{1}{2} \Phi \left(\frac{USL - \mu}{\sigma} \right) + \frac{1}{2} \Phi \left(\frac{\mu - LSL}{\sigma} \right) \right\} \quad (6)$$

El índice anterior es una generalización de los índices univariados y supone que el proceso esta estable y centrado en el centro de las especificaciones y no considera si las variables están correlacionadas.

Kerstin Vännman (2005), propone una herramienta gráfica para el análisis de capacidad utilizando una región circular de seguridad, la cual se obtiene usando la ecuación (7), que se determina tomando como base el índice de capacidad univariado C_{pm} el cual viene dado por:

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} = \frac{d}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}} \quad (7)$$

Haciendo la ecuación del $C_{pm} = k$ y definiendo dos variables δ y γ donde: $\delta = \frac{\mu - T}{d}$ y $\gamma = \frac{\sigma}{d}$ la ecuación del $C_{pm} = k$ se puede reescribir como se muestra en la ecuación (8):

$$\delta^2 + \gamma^2 = \left(\frac{1}{3k} \right)^2, \quad \gamma > 0 \quad (8)$$

La ecuación cuadrática anterior es utilizada para graficar un contorno que en realidad es un semicírculo en función de δ y γ en vez de en función de μ y σ . Dado que los valores de μ y σ son desconocidos obtiene estimaciones para δ y γ basándose en las propiedades de la distribución normal y obtiene intervalos de confianza para dichos estimadores, los cuales son utilizados para construir el contorno del semicírculo. En este estudio se consideran variables independientes no correlacionadas.

Cheng-Ho Wang, (2005) propone un índice de capacidad multivariado, ecuación (9), para corridas cortas de producción, tomando como base el índice de capacidad C_{pm} el índice lo basa en el análisis de componentes principales. En este trabajo el autor determina un índice multivariado de capacidad para el proceso (MPCI), basándose en la media geométrica de los índices de capacidad del proceso (PCI) del componente seleccionado como sigue:

$$\hat{M}C_p = \left[\prod_{i=1}^v \hat{C}_{p:PCi} \right]^{1/v} \quad (9)$$

Donde:

$$\hat{C}_{p:PCi} = \frac{USL_{PCi} - LSL_{PCi}}{6x\sqrt{Eigenvalue_{PCi}}}; \quad USL_{PCi} \text{ y } LSL_{PCi}$$

representan los límites de especificación superior e inferior del i -

ésimo componente respectivamente. $Eigenvalue_{PCi}$ representa el eigenvalor del i -ésimo componente y V es el número de componentes seleccionados. Para poder realizar el análisis de componentes principales el autor sugiere un procedimiento donde el primer paso consiste en estandarizar las características de calidad, para cada lote de producción, para eliminar el factor de escala. La fórmula para estandarizar las características de calidad utilizada es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \frac{(X_{ijk} - T_{ij})}{R_{ij}} \quad \text{En el cual se puede observar que utiliza el rango en cada muestra en lugar de la desviación estándar.}$$

Aunque el trabajo se propone para corridas cortas de producción, aun así tal vez sea preferible utilizar otra medida para estimar la variación en el proceso de estandarización. Como podemos ver la todos los índices propuestos hasta ahora son solo extensiones de los índices de capacidad univariados y ninguno considera la correlación que pudiera existir entre las variables.

METODOLOGÍA PROPUESTA

La parte central de la metodología consiste en definir una región de especificación, la cual permita evaluar la habilidad que tiene un proceso de producir productos de buena calidad. Para el caso univariado, cuando se tiene una especificación inferior y otra superior para una característica de calidad X , el objetivo que se persigue es que $(LSL \leq X \leq USL)$, lo cual para el caso multivariado podría extenderse y el intervalo ser reemplazado por una región de especificación. Dicha región de especificación estará construida de los intervalos de especificación para cada una de las variables o características de calidad. La región de especificación entonces sería el hiperrectángulo representado mediante la ecuación (10).

$$\prod_{i=1}^v (LEI_i \leq X_i \leq LES_i) \quad (10)$$

El índice de capacidad C_p podría obtenerse dividiendo la región de especificación entre la región donde actualmente opera el proceso. Si este índice es menor que 1, entonces el proceso no es capaz de cumplir con todas las características de calidad simultáneamente.

Peña, (200), muestra que para el caso de dos variables o características de calidad importantes correlacionadas y con una distribución normal bivariada, la forma de la elipse que representa la región de especificación va a depender de la correlación existente entre las variables y del signo que esta tenga. Por el caso de las dos variables, positivamente correlacionadas, la región de especificación, estaría representada por la figura 1.

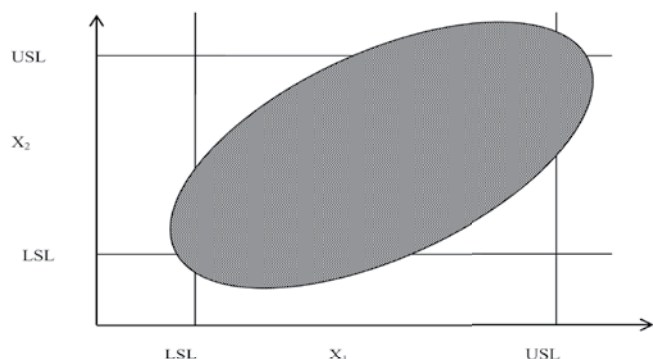


Figura 1: Región de especificación, para dos variables no independientes analizadas de forma conjunta.

Como podrá observarse, la evaluación correcta de la capacidad que posee un proceso para cumplir con varias características de calidad simultáneamente, va a depender de la independencia o no entre las características de calidad. Si son independientes existen varios índices de capacidad para evaluar el desempeño de un proceso. Por otro lado si no son independientes el estudio de la capacidad del proceso tendrá que basarse en técnicas estadísticas multivariadas, donde deberá determinarse la distribución de probabilidad conjunta de dichas variables, la correlación entre las variables, el signo de dichas correlaciones y deberá especificarse la región de especificación donde podrán tomar valores las variables para tener un proceso con un buen desempeño. Sin importar las características generales del proceso bajo análisis, se considera que las medidas siguientes brindan una adecuada indicación de cómo se comporta el proceso actual. Para ello se requieren las definiciones siguientes:

a) El volumen del híper elipsoide de dimensión p dada su matriz de covarianzas Σ y una confianza $1 - \alpha$ se determina mediante la ecuación (11).

$$V_e = \frac{(2\pi)^{p/2}}{p\Gamma\left(\frac{p}{2}\right)} |\Sigma|^{1/2} \left[\chi_{p(\alpha)}^2 \right]^{p/2} \quad (11)$$

b) Dado un híper elipsoide de dimensión p los límites de confianza para cada una de las variables se determina utilizando la ecuación (12).

$$LN_i = \mu_i \pm \sqrt{\frac{\chi_{p(\alpha)}^2 |\Sigma_i^{-1}|}{|\Sigma^{-1}|}} \quad (12)$$

donde Σ_i^{-1} indica la submatriz al eliminar el i -ésimo renglón y la i -ésima columna de la inversa de la matriz de covarianzas. De la misma manera a todo límite específico de una variable existe un valor único ji-cuadrada la cual viene dada por la ecuación (13).

$$\chi_{\beta}^2 = \frac{(LN_i - \mu_i)^2 |\Sigma^{-1}|}{|\Sigma_i^{-1}|} \quad (13)$$

c) Para obtener el C_p y el C_{pk} se utiliza la relación mostrada en (14), la cual solo requiere determinar el volumen que satisface todas las especificaciones técnicas para cada variable y calcular el siguiente cociente:

$$\frac{V_{\text{especificaciones}}}{V_{\text{proceso}}} = \left[\frac{\chi_{\beta}^2}{\chi_{\alpha}^2} \right]^{p/2} \quad (14)$$

donde $1 - \beta$ es la confianza asociada al elipsoide obtenido de las especificaciones.

EJEMPLO DE ILUSTRACIÓN

Supongamos que un proceso tiene dos características de calidad correlacionadas y que se toma una muestra de 75 datos (x, y) , del proceso los cuales arrojan la siguiente información:

Un vector de medias siguiente $\bar{X} = [264.32, 471.48]$ y la matriz de varianzas covarianzas muestrales siguiente:

$$S = \begin{bmatrix} 102.65 & 68.87 \\ 68.87 & 107.96 \end{bmatrix}$$

Las especificaciones bilaterales de ingeniería para cada una de las características de calidad vienen dadas por:

$$X : [235 \quad 295] \text{ y para } Y : [440 \quad 500]$$

De la información proporcionada por la matriz de varianzas covarianzas muestral se puede obtener la inversa y el determinante de dicha matriz.

$$S^{-1} = \begin{bmatrix} 0.01703 & -0.010864 \\ -0.010864 & 0.016193 \end{bmatrix}$$

y el determinante de dicha matriz es $\det(S) = 6339.018$

La ecuación (15) representa la región de confianza (x, y) con $\alpha = 0.01$ y una Ji-cuadrada $\chi_{0.01,2}^2 = 9.2103$.

$$0.01703(x - 264.32)^2 - 0.021728(x - 264.32)(y - 471.48) + 0.016193(y - 471.48)^2 \leq 9.2103$$

Ecuación 15 (15)

caso inferiores y superiores para cada una de las características de calidad o variables podemos determinarlos mediante las siguientes relaciones, expresadas en la ecuación (12):

$$X_{\min} = 264.32 - \sqrt{(9.2103)(0.016193)(6339.018)} = 233.57$$

$$X_{\max} = 264.32 + \sqrt{(9.2103)(0.016193)(6339.018)} = 295.07$$

$$Y_{\min} = 471.48 - \sqrt{(9.2103)(0.01703)(6339.018)} = 439.95$$

$$Y_{\max} = 471.48 + \sqrt{(9.2103)(0.01703)(6339.018)} = 503.01$$

El volumen del elipsoide lo obtenemos mediante la ecuación (11),

$$V_e = \frac{(2\pi)}{2\Gamma(1)} \sqrt{6339.018} (9.2103) = 733.31\pi$$

Los valores χ^2 asociados a las especificaciones técnicas centradas son las siguientes:

$$\chi_x^2 = \frac{(235 - 265)^2}{(0.016193)(6339.018)} = 8.768$$

$$\chi_y^2 = \frac{(440 - 470)^2}{(0.01703)(6339.018)} = 8.337$$

Ya que el valor mínimo se asocia a las especificaciones para la variable y entonces este será el valor máximo posible que satisfaga a todas las especificaciones. Por lo tanto el C_p asociado será:

$$C_p = \frac{8.337}{9.2103} = 0.9051$$

Una representación gráfica del área que corresponde al desempeño actual del proceso y otra del área de acuerdo a las especificaciones se muestra en la siguiente figura:



Para el cálculo del Cpk debe tomarse en cuenta que con respecto al vector de medias actual las especificaciones no necesariamente están centradas por lo que para cada especificación se determina un valor χ^2 tomando en cuenta la distancia de cada especificación a su respectiva media:

$$\chi_{x_{\min}}^2 = \frac{(235 - 264.32)^2}{(0.016193)(6339.018)} = 8.374$$

$$\chi_{x_{\max}}^2 = \frac{(295 - 264.32)^2}{(0.016193)(6339.018)} = 9.169$$

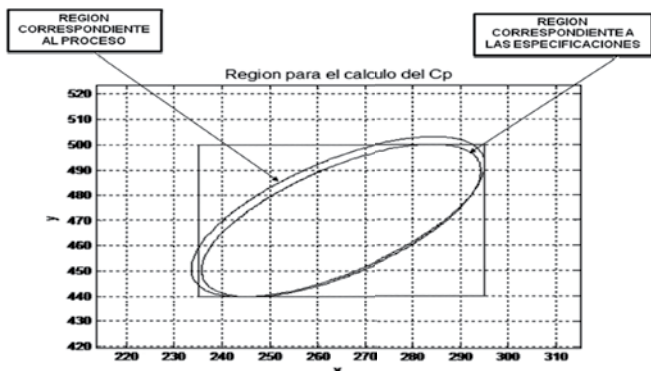
$$\chi_{y_{\min}}^2 = \frac{(440 - 471.48)^2}{(0.01703)(6339.018)} = 9.179$$

$$\chi_{y_{\max}}^2 = \frac{(500 - 471.48)^2}{(0.01703)(6339.018)} = 7.535$$

Lo anterior significa que la especificación superior de la variable y es la de mayor impacto y que por lo tanto el nivel más alto que se puede aspirar para cumplir simultáneamente con las especificaciones es 7.535 por lo que el valor Cpk asociado es:

$$Cpk = \left[\frac{\chi_{\beta}^2}{\chi_{\alpha}^2} \right]^{p/2} = \left[\frac{7.535}{9.2103} \right]^{2/2} = 0.8181$$

La representación gráfica de la operación actual del proceso se representa mediante una región y la región de especificación muestra la región donde debería operar el proceso para cumplir con dichas especificaciones. Esto se muestra en la figura siguiente:



El valor $\chi_{\beta}^2 = 7.535$ con dos grados de libertad tiene un valor $1 - \beta = 0.9769$

CONCLUSIONES

Como podemos observar el uso de regiones de especificación para evaluar la calidad en aquellos productos o procesos que posean dos o más características de calidad correlacionadas, resulta de gran ayuda, ya que facilita el cálculo y la comprensión de los índices de capacidad de un proceso y básicamente, las regiones utilizadas para calcular el volumen para calcular el volumen con respecto a las especificaciones y al desempeño actual del proceso, se basan en la distribución Ji-cuadrada con una confiabilidad del 99 por ciento. El valor del índice que representa la capacidad potencial del proceso, se obtuvo utilizando análisis estadístico multivariado.

Como podemos ver, la metodología para el cálculo del índice puede fácilmente extenderse para tres o más variables. También es factible determinar cual de las variables o características de calidad importantes están afectando en mayor medida el desempeño del proceso, utilizando herramientas estadísticas multivariada. Así mismo podemos concluir que es factible utilizando cálculo integral o herramientas de simulación poder determinar el porcentaje de producto no conforme que está produciendo en un momento dado un proceso

El presente trabajo forma parte de un estudio integral para la obtención del grado de Doctor en Ingeniería Industrial para fortalecer el grupo académico del programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de Sonora. Esta área incorpora diversos elementos que permiten realizar investigación de frontera que den como resultado nuevas metodologías para promover y medir la calidad y competitividad de las empresas de la región.

REFERENCIAS

1. Chen K. S., M. L. Huang, R. K. Li, Process capability analysis for an entire product, *International Journal of Production Research*, 2001, 39:4077-4087.
2. Chen K.S., W. L. Pearn, P. C. Lin, Capability measures for process with multiple characteristics, *Quality and Reliability Engineering International*, 2003, 19:101-110.
3. Davis R. Bothe, Composite capability index for multiple product characteristics, *Quality Engineering*, 12:2, 253
4. Montgomery, Douglas C, *Control Estadístico de la Calidad*, Limusa Willey, 2006.
5. Foster E.J., R. R. Barton, N. Gautam, The process-oriented multivariate capability index, *International Journal of Production Research*, 2005, 43:2135-2148.
6. Linn Richard J., Fugee Tsung, Wai Choi Ellis, Supplier selection based on process capability and price analysis, *Quality Engineering*, 2006, 18:123-129.
7. Pearn W. L., Cien-Wei Wu, Production quality and yield assurance for process with multiple independent characteristics, *European Journal of Operational Research and Logistics*, 2005.
8. Pearn W. L., Ming-Hung Shu, Manufacturing capability control for multiple power-distribution switch process based on modified, *Microelectronics Reliability*, 2003, 43:963-975.
9. Peña, Daniel, *Análisis de Datos Multivariados*, McGraw Hill, 2002.
10. Vännman Kerstin, The Circular safety Region: a Useful Graphical Tool in Capability Analysis, *Quality and Reliability Engineering International*, 2005, 21:529-538.
11. Wang Chung-Ho, Constructing multivariate process capability indices for short-run production, *International Adv. Manuf. Technol.*, 2005.
12. Wang F. K., Quality Evaluation of a Manufactured product With Multiple Characteristics, *Quality and Reliability Engineering International*, 2006, 22: 225-236.

EL CONCEPTO DE ESPACIO-TIEMPO EN FÍSICA

GUILLERMO ARREAGA-GARCÍA

En el presente trabajo se explica el concepto de espacio-tiempo desde el punto de vista de la física moderna. Se intentará mostrar al lector, en términos sencillos, cuál es la naturaleza del espacio y del tiempo en su interacción con la materia en movimiento tal como se entiende hoy día. El tema no es sencillo, ni conceptual ni matemáticamente, pero es muy interesante en varias áreas del conocimiento, por ejemplo: para físicos porque la naturaleza y el futuro del Universo se expresa de manera muy profunda en el concepto de espacio-tiempo; para matemáticos, porque su naturaleza intrínsecamente geométrica al ser entendido el espacio-tiempo como una superficie, y para filósofos de la ciencia, porque no son evidentes las relaciones de existencia entre las entidades espacio, tiempo y espacio-tiempo.

DR. GUILLERMO ARREAGA GARCÍA

Correo: garreaga@cajeme.cifus.uson.mx

Departamento de Investigación en

Física de la Universidad de Sonora.

LA CONSTANCIA DE LA VELOCIDAD DE LA LUZ.

El movimiento nos permite tener conciencia de la existencia del espacio y del tiempo. De manera general, decimos que un objeto P se mueve siguiendo una trayectoria en el espacio en un periodo de tiempo dado. En nuestra experiencia cotidiana, percibimos al espacio y al tiempo como entidades que existen por separado y que son inmutables.

Las leyes de la física, tal como se conocían hasta finales del siglo XIX (que hoy día conocemos como la dinámica de Newton), nos permiten describir correctamente el movimiento general de los cuerpos como una consecuencia de su interacción con otros cuerpos; pero aun desde este punto de vista mecánico-clásico, se considera que para cualquier tiempo, el espacio es siempre el mismo, sin importar el movimiento del cuerpo P. En la Figura 1, mostramos de forma esquemática al espacio (de 3 dimensiones para contener el movimiento general del cuerpo P) como un plano; la sucesión de tales planos al tiempo T, constituye un diagrama de espacio-tiempo según la física clásica: esto es, el tiempo avanza siempre igual y para todo tiempo T existe un espacio siempre igual.

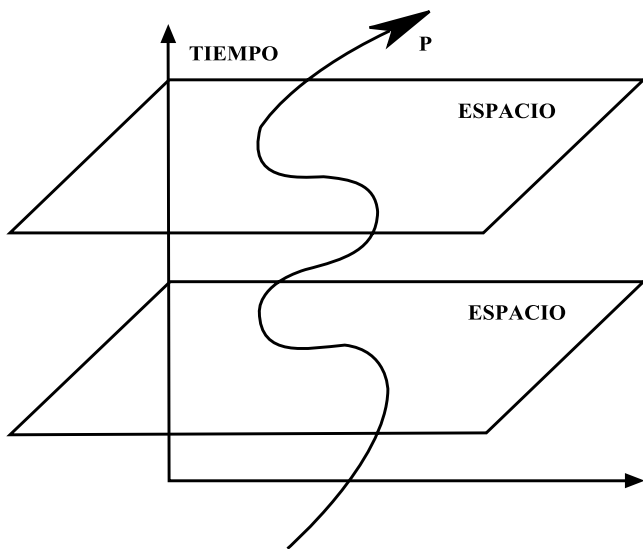


Figura 1. Movimiento general del cuerpo P en un diagrama global de espacio-tiempo según la física clásica: el tiempo avanza siempre igual y el espacio es siempre igual para todo tiempo.

Cuando existe movimiento relativo entre dos objetos, por ejemplo, una bala que se dispara desde un tren en movimiento, se dice que la velocidad de la bala, que se observa desde la tierra, será la suma de la velocidad del tren más la velocidad de la respectiva de la bala. El movimiento de la luz no respeta la regla sencilla de composición de velocidades entre cuerpos en movimiento, esto es: no importa cual sea el estado de movimiento de la fuente que genera la luz, cualquier observador siempre verá que la luz se mueve con la misma velocidad constante. Nadie sabe por qué esto es así; el caso es que hacia el final del siglo XIX este comportamiento tan peculiar de la luz generó muchísimos problemas tanto a físicos experimentales como teóricos. Hoy día se sabe que Henri Poincaré fue el primero en sugerir que dejar la velocidad de la luz siempre constante, resolvería muchas de las inconsistencias que atormentaban a los físicos de esa época.

Pero fue la genialidad de Albert Einstein que le inspiró a ser el primero en atreverse a elevar ese comportamiento peculiar de la luz a un principio de la física. Siendo un principio, no se le tiene que dar ninguna explicación, sólo se le acepta como un hecho y se procede a construir la

teoría a partir de ese principio. Einstein mismo fue capaz de desarrollar, el sólo, las consecuencias teóricas más importantes de incorporar ese principio de constancia de la velocidad de la luz, dando lugar a la Teoría Especial de la Relatividad. Hoy día se sabe que esta teoría es correcta pues se le ha verificado ampliamente tanto desde el punto de vista experimental como teórico. Resumiendo, el principio establece que "la velocidad de la luz en el vacío es independiente tanto del movimiento del observador como del movimiento de la fuente de luz".

El hecho de interés para nosotros en este artículo, es que la teoría dinámica que acepta la constancia de la velocidad de la luz independientemente del movimiento de la fuente obliga al espacio y al tiempo a abandonar su papel inmutable e independiente del movimiento para incorporarse en una triple relación de interacción medio complicada que está muy alejada del sentido común de nuestra experiencia diaria. Por ejemplo, el tiempo medido por un observador en movimiento depende de su velocidad: entre más rápido se mueve este observador, menor serán los intervalos de tiempo que él mide.

LOS CONOS DE LUZ.

Consideremos que un rayo de luz sale disparado desde un cuerpo P en movimiento. Si denotamos por ΔX a la distancia que la luz recorre en un intervalo de tiempo ΔT , entonces podemos definir la cantidad ΔS , llamada intervalo, por la expresión $\Delta S^2 = \Delta X^2 - C^2 \Delta T^2$. Para un haz de luz tendremos $\Delta S = 0$, porque la velocidad de la luz C es por definición $C = \Delta X / \Delta T$.

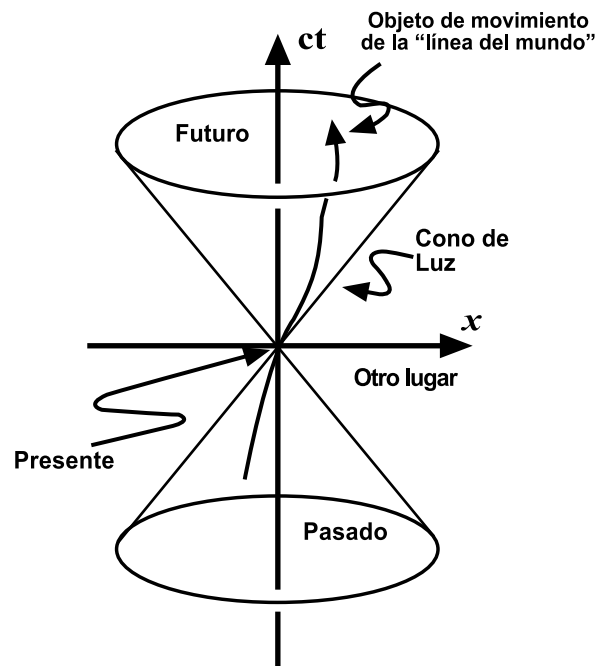


Figura 2. El cono de luz de la partícula P al tiempo T.

Ahora bien, es muy importante enfatizar que el concepto de intervalo ΔS es análogo al concepto de distancia ΔL entre dos puntos vecinos en geometría cartesiana. Recordemos que en los cursos de geometría al lugar en donde se marcan las coordenadas de los puntos X e Y se le llama el plano XY o el plano coordenado XY. Por ejemplo, supongamos que los puntos vecinos son M y N. Entonces la distancia (al cuadrado) entre ellos se calcula con la fórmula siguiente: $\Delta L^2 = (X_M - X_N)^2 + (Y_M - Y_N)^2$, en donde hemos incluido en cada coordenada la letra del punto en cuestión como subíndice para distinguirlos.

En completa analogía a la geometría cartesiana, podemos construir el plano en donde se marcan los tiempos C^*T (que es la distancia que recorre la luz viajando T unidades de tiempo) y posiciones de un cuerpo P tal que el intervalo ΔS mide la "separación" entre dos puntos de este plano pero no con la regla para medir la distancia porque en la definición de intervalo el signo frente al cuadrado del tiempo es negativo. Al diagrama T vs Espacio (o con una sola dimensión espacial X sería el plano TX) se le conoce como el espacio-tiempo local de la partícula P . Consideremos por ejemplo la Figura 2, la línea curvada gruesa representa otra vez a la partícula P describiendo un movimiento general. Colocamos las líneas del plano TX justo sobre la partícula P en un momento particular. Como el tiempo avanza hacia arriba en el eje vertical, entonces en esa área esta el futuro de P ; su pasado esta hacia abajo y el presente esta justo en el punto O (la intersección de las rectas CT e X). Las líneas diagonales representan el haz de luz que sale desde P en todas direcciones; y a la región que denotan con P como centro se llama el cono de luz de la partícula P al tiempo T .

En la siguiente sección, cuando esté presente la materia y su correspondiente interacción gravitacional, veremos una manifestación más plena del concepto de intervalo ΔS y del concepto de cono de luz de la partícula P .

LOS CONOS DE LUZ SE VEN DEFORMADOS POR LA PRESENCIA DE MATERIA.

Uno de los más grandes triunfos de Newton fue proponer las expresiones matemáticas correctas para la segunda ley del movimiento y para la ley de la gravitación universal. Así, la segunda ley de Newton establece que la fuerza sobre un cuerpo es igual su masa por su aceleración. Mientras que la ley de la gravitación establece que toda la materia presente en el universo experimenta una fuerza atractiva que es proporcional a las masas de los cuerpos en interacción e inversamente proporcional a su separación.

En ambas leyes la masa de la partícula juega un papel fundamental. De tal suerte que si hubiere alguna partícula sin masa (esto es, con masa cero), en el contexto de la física de Newton, sería un desastre porque no podríamos calcular nada. Por ejemplo, sin importar que tan grande fuese la fuerza aplicada, nunca podríamos acelerar una partícula no masiva. Según la dinámica de Newton, una partícula libre de fuerzas con aceleración cero debe estar en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. En el caso de esta partícula hipotética sin masa, que tampoco puede tener aceleración, ¿Cuál sería entonces su estado de movimiento?. Para evitar este tipo de inconsistencias conceptuales, en la dinámica de Newton no existen partículas no masivas.

La cuestión teórica por resolver a principios del siglo XX era investigar si la luz también sentía interacciones, y por consiguiente, como aplicarle la segunda ley de Newton y la ley de la gravitación. En este caso, la pregunta sería entonces, ¿Cuál es la masa de la luz que interviene en la interacción con otros cuerpos?.

Fue Einstein otra vez quien dio respuesta a esta cuestión. Le tomo muchísimo más trabajo, pero finalmente en 1916 publicó su teoría general de la relatividad en donde muestra cómo viaja la luz en presencia de materia. El asunto que debemos resaltar en este artículo es que la estructura matemática de esta teoría de la relatividad general esta construida totalmente sobre el concepto de espacio-tiempo.

Así, aunque la luz se comporta como una partícula de masa cero ciertamente siente la interacción gravitacional de cuerpos masivos. Esta interacción se lleva a cabo debido a que los cuerpos muy masivos deforman el espacio-tiempo a su alrededor y la luz se desvía siguiendo esta deformación. Ver Figura 3.

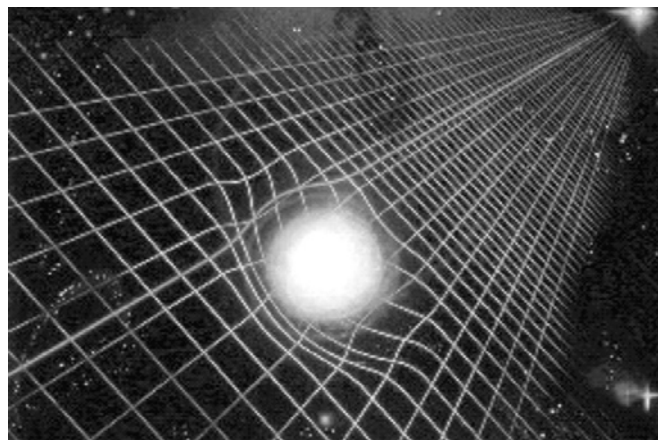


Figura 3. El haz de luz se desvía ligeramente siguiendo la curvatura del espacio-tiempo que provoca el peso de una estrella muy masiva.

Desde el punto de vista geométrico, el espacio-tiempo de la relatividad general es una superficie de 4 dimensiones (3 dimensiones espaciales que etiquetamos con las coordenadas X, Y y Z ; y además la dimensión temporal cuya coordenada denotamos por T). Una manera de estimar la deformación del espacio-tiempo es medir el intervalo ΔS entre dos eventos cercanos. Aunque el concepto de intervalo es el mismo que introdujimos en la sección anterior para el caso del plano XT (solo dos dimensiones: la X y la CT), ahora debemos escribir el intervalo de una manera más general para incluir el resto de las coordenadas espaciales. Por ejemplo, tendríamos $\Delta S^2 = g_{xx} \Delta X^2 + g_{yy} \Delta Y^2 + g_{zz} \Delta Z^2 - g_{tt} C^2 \Delta T^2$ en donde las 4 funciones g dependen en general de todas las coordenadas espaciales y del tiempo. Las ecuaciones de Einstein establecen la manera como se calculan esas funciones g de acuerdo con el contenido de materia de una región particular del espacio a un tiempo dado. Este proceso no es sencillo, pues se trata de ecuaciones muy complicadas.

Tal como hicimos en la sección anterior, podemos seguir el movimiento de partículas y establecer sus conos de luz a lo largo de la trayectoria de la partícula, mediante la emisión de un haz de luz desde la partícula en cuestión. Ahora bien, en presencia de materia, estos conos de luz van a aparecer deformados tal como se ilustra en la Figura 4. Los conos podrían ser más anchos o más angostos en un punto del espacio o en un instante determinado dependiendo del contenido de materia.

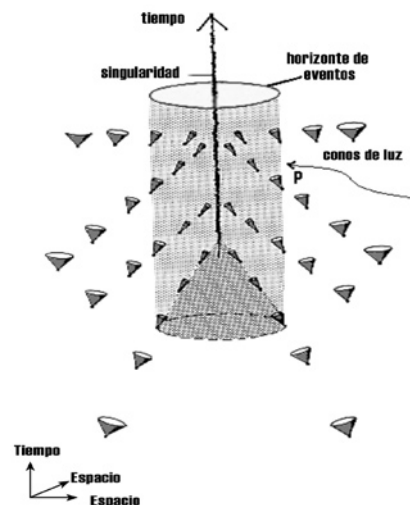


Figura 4. Los conos de luz asociados a una partícula se deforman como consecuencia de la presencia de una estrella muy masiva.

En la siguiente sección vamos a mostrar algunas características de espacio-tiempo típicos que se sabe son soluciones de las Ecuaciones de Einstein y que describen situaciones de interés científico; obviamente nos limitaremos a describirlos sin intentar dar detalles matemáticos.

EJEMPLOS DE ESPACIO-TIEMPO EN RELATIVIDAD GENERAL

a) El espacio-tiempo de una estrella. Consideremos un cuerpo con simetría esférica con un volumen muy pequeño (incluso puntual) pero una masa M muy grande; este cuerpo podría ser una estrella muy pequeña y muy masiva. Si lanzamos una partícula de prueba hacia esa estrella masiva, veremos que los conos de luz de la partícula empiezan a deformarse en la medida en que la partícula se acerca a la estrella, tal como ilustra en la Figura 5. Cuando la partícula se acerca a la línea gruesa vertical, la cual se conoce como horizonte de eventos, la deformación de los conos de luz permite que estos se traslapen completamente con este horizonte de eventos. Como consecuencia de esta alineación tan particular, ningún haz de luz puede alejarse de la estrella una vez que la partícula de prueba ha cruzado el horizonte de eventos, es decir, si lanzamos un rayo de luz desde la partícula una vez que esta ha penetrado el horizonte de eventos, el rayo de luz no puede salirse nunca de esa región cilíndrica para volver a la región exterior de la estrella. Aunque en la Figura 5 solo se ve una coordenada espacial, este fenómeno ocurre realmente en las tres coordenadas espaciales. En este caso, se dice que ningún rayo de luz puede escapar de esa superficie que rodea completamente a la estrella masiva, así que no se ve luz alrededor del centro; por esta razón a este espacio-tiempo se le conoce como agujero negro.

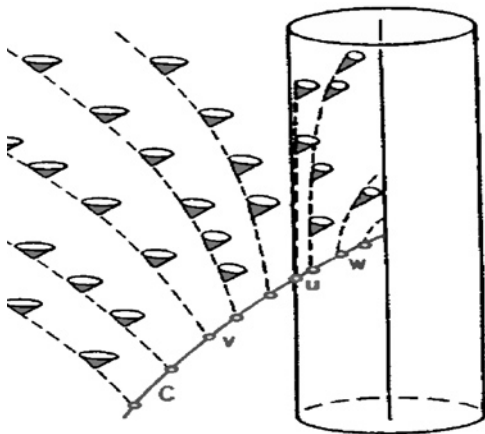


Figura 5. En la medida en que una partícula se acerca a una estrella masiva sus conos de luz se deforman.

b) El espacio-tiempo del Universo. Para construir un modelo matemático de la evolución temporal del universo entero (ver Figura 6 y Referencias 1 y 2), se requieren tres ingredientes principales: en primer lugar, el principio cosmológico que establece que cualquier punto del universo es esencialmente indistinguible (en el sentido de que no se pueden distinguir entre diferentes regiones del Universo en escalas de longitud muy grandes); en segundo lugar, que el contenido de materia del Universo se comporta como un fluido homogéneo. Cuando estos dos ingredientes se introducen en el marco de la teoría general de la relatividad el tercer ingrediente, dan como solución que el espacio-tiempo que describe a tal modelo no puede ser estático, esto es, el Universo tiene que ser dinámico: el Universo se infla como un globo, de tal forma que una galaxia vería cada vez más alejadas a sus galaxias vecinas. En efecto, esta expansión cósmica fue observada en 1926 por el astrónomo E. Hubble, ver Figura 6.

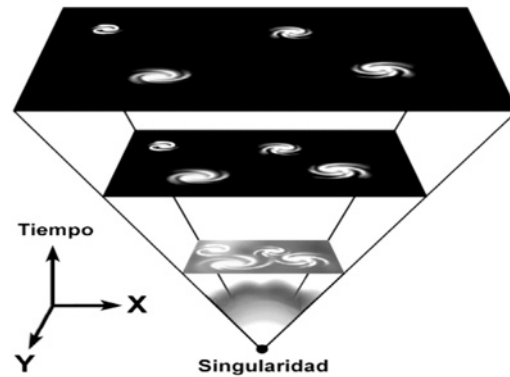


Figura 6. La expansión cósmica del espacio-tiempo que representa al Universo, tal como se detecta hoy día.

c) El espacio-tiempo de un monopolio magnético. Para la teoría electromagnética clásica no existen los monopolos magnéticos. Para la física de partículas moderna, al menos desde el punto de vista teórico, los monopolos magnéticos podrían haberse formado en el Universo como "defectos topológicos del espacio-tiempo", ver Referencia 3. Hace unos años, el autor de este artículo en colaboración con investigadores del ICN-UNAM, nos propusimos estudiar la dinámica de un modelo matemático de estos monopolos basado en la teoría general de la relatividad. Nos preguntamos cuál sería la naturaleza (y la estabilidad) del espacio-tiempo que generaría un monopolio magnético. Los resultados son muy interesantes, ver Figura 7 y Referencia 4. Encontramos que hay circunstancias en las cuales el espacio-tiempo que modela al monopolio esta formado por dos regiones espacio-temporales: cuando se le observa desde el exterior, el espacio-tiempo es del tipo de un agujero negro; pero si se le observa desde la región interior, el espacio-tiempo se ve como un universo en expansión. ¿Cómo se puede tener ambos tipos de comportamiento espacio-temporales en un solo espacio-tiempo?. Uno podría imaginar que la región interior toma la forma de una burbuja de espacio-tiempo que empieza a crecer mientras que desde el exterior se ve el mismo tipo de espacio-tiempo que genera una estrella muy masiva, como vimos en las Figuras 4 y 5.

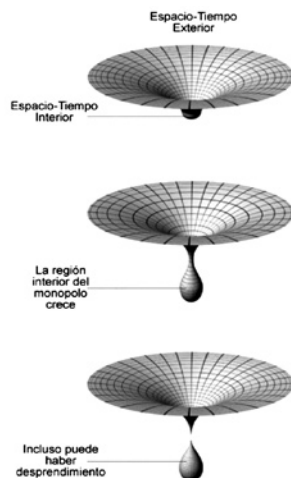


Figura 7. El espacio-tiempo que modela la dinámica de un monopolio magnético se ve como si tuviese dos estructuras de espacio-tiempo de acuerdo con la localización del observador. Si el observador esta en el interior, ve una burbuja que se forma y se expande como un universo. Si esta en el exterior, ve que se forma un agujero negro.

EL ESPACIO-TIEMPO: MÁS ALLÁ DE LA TEORÍA COSMOLÓGICA ESTÁNDAR

Aun hay cuestiones de interés para la relatividad general moderna y su concepto de espacio-tiempo. Por ejemplo, desde hace mucho tiempo los físicos teóricos han considerado la posibilidad

1 La dinámica es la parte de la física que estudia el movimiento de los cuerpos cuando interactúan con otros cuerpos.

que el número de dimensiones del espacio-tiempo que representa al Universo sean más de las 4 dimensiones, en las cuales se basa la teoría cosmológica estándar, y que son las dimensiones que están directamente relacionadas con nuestra experiencia sensorial (3 dimensiones espaciales +1 dimensión temporal).

El caso más reciente es el modelo de Randall-Sundrum, en el cual el espacio-tiempo se concibe como una estructura formada por dos membranas espacio-temporales que están colocadas una frente a la otra (ver Figura 8 y Referencia 5). Según este modelo, la parte espacial de nuestro Universo está localizada en una de las membranas, y en ésta también están activas todas las fuerzas conocidas en la naturaleza que actúan sobre la materia. En la membrana de enfrente, solo la fuerza de gravedad puede actuar pero no las otras fuerzas de la naturaleza. Luego, asumen que existe una quinta dimensión espacial que conecta ambas membranas. Mediante la incorporación de más dimensiones espacio-temporales, estos modelos alternativos conocidos como "warped space-times" intentan resolver algunos de los problemas teóricos que aun hoy día están presentes en el camino hacia un modelo de unificación de todas las fuerzas fundamentales conocidas en la naturaleza, incluida la gravedad.

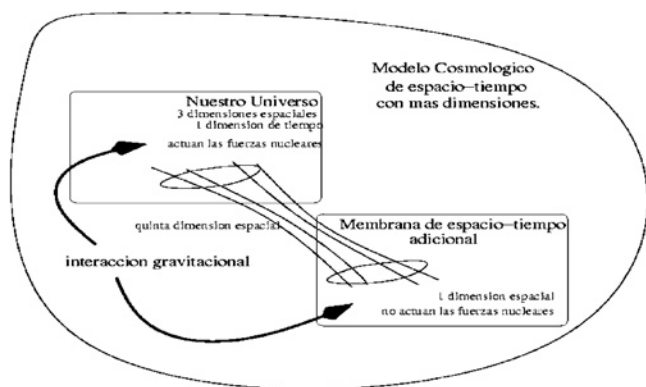


Figura 8. Este es una representación pictórica del modelo teórico de Randall-Sundrum, en el cual el espacio-tiempo tiene una estructura geométrica de doble membrana.

CONCLUSIONES

Newton aseguraba que el espacio existe independientemente de los cuerpos que hay en él, como una especie de "cuasi-sustancia"; mientras que Leibniz sólo aceptaba "relaciones" entre las posiciones y velocidades de los cuerpos, negando la existencia del espacio en sí mismo, ver Referencia 6. Las teorías especial y general de la relatividad agregaron más elementos, cambiando para siempre nuestro entendimiento de la naturaleza del espacio y del tiempo de una manera radical.

Tal como H. Minkowski mostró, el concepto de espacio-tiempo permite establecer una manera directa de incorporar el contenido físico de los dos principios básicos de la teoría especial de la relatividad en una sola estructura matemática, a saber: la invarianza del intervalo de luz en el espacio-tiempo de una partícula en cualquier sistema coordinado inercial y la constancia de la velocidad de la luz. Sin embargo, es posible hacer los cálculos matemáticos para describir el movimiento de partículas y de la luz en el marco de la relatividad especial, aun sin involucrar el concepto de espacio-tiempo.

En la teoría general de la relatividad, el mismo concepto de espacio-tiempo de la relatividad especial se muestra como una entidad con dinámica propia, tal que responde al contenido de materia

presentando curvatura. En este sentido, al pasar de la relatividad especial a la general, el concepto de espacio-tiempo cambia de jugar el papel de una cantidad matemática secundaria, a jugar el papel de una entidad física fundamental, ver Referencia 7.

Así, la relatividad general incorpora las técnicas de la geometría diferencial semi-riemanniana, para hacer los cálculos que nos permiten estudiar y caracterizar al espacio-tiempo entendido como una superficie de 4 dimensiones (3 espaciales + 1 temporal).

Conviene enfatizar que las dimensiones espaciales y temporal son indistinguibles, en el sentido matemático, cuando se combinan para formar la superficie de espacio-tiempo. Así, al escribir las ecuaciones en el espacio-tiempo, las simetrías generales de la teoría de la relatividad general son evidentes, por ejemplo, que todos los sistemas de referencia coordinados son equivalentes.

Ahora bien, para estudiar un sistema físico en particular, debemos usar las técnicas geométricas para escribir ecuaciones en un solo sistema de coordenadas; luego, estimar soluciones de las ecuaciones y finalmente hacer predicciones físicas que se puedan verificar experimentalmente. En este proceso de análisis, el tiempo y el espacio podrían recuperan su naturaleza esencialmente diferente. Por ejemplo, la expansión cósmica del Universo es un efecto totalmente relativista que solo se manifiesta en escalas muy grandes de longitud. Nuestra vida se lleva a cabo en el sistema solar, cuya escala de longitud característica es muy pequeña para sentir los efectos de expansión. Así, para nuestra experiencia sensorial cotidiana, de manera más que afortunada, el tiempo y el espacio se comportan como entidades separadas e inmutables. Pero debemos ser conscientes de que existen en la naturaleza fenómenos en los cuales el tiempo y el espacio se confabulan, para dar existencia a una sola entidad llamada superficie de espacio-tiempo.

Por último, señalamos que en México existe una fuerte tradición de investigación en relatividad general y sus aplicaciones (particularmente en cosmología y en las teorías cuánticas de la gravedad y de unificación de las interacciones fundamentales. De hecho, el próximo Congreso Mundial en Relatividad General del año 2010, que reúne a una comunidad grande de especialistas, será en la Ciudad de México. Hay grupos de investigación consolidados en estos temas tan avanzados y que para fortuna de los posibles estudiantes interesados están localizados en varias ciudades importantes a lo largo de todo México.

AGRADECIMIENTOS.

El autor desea expresar su reconocimiento al Dr. Hugo Villegas Brena, profesor de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, por sus comentarios acerca de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Alan H. Guth, "The inflationary Universe", (1997), Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
2. S. W. Hawking and G.F.R. Ellis, "The large scale structure of space-time", (1973), Cambridge University Press.
3. A. Vilenkin and E.P.S. Shellard, "Cosmic strings and other topological defects", Cambridge University Press, 1994.
4. G. Arreaga, Inyong Cho and Jemal Guven, "Stability of self-gravitating magnetic monopoles", Physical Review. Vol. D62, (2000), 043520.
5. Philip D. Mannheim, "Brane-Localized Gravity", World Scientific, 2005.
6. Lawrence Sklar, "Space, Time, and Spacetime", University of California Press, (1977).
7. Stephen Hawking and Roger Penrose, "The nature of space-time", 2000.

UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA DETERMINAR ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN EN UNA CUENCA URBANA DE GUAYMAS, SONORA

ALEJANDRA MONTIJO GONZÁLEZ, ALBERTO EDUARDO VILLA TERÁN, JOSÉ ISMAEL MINJÁREZ SOSA, INOCENTE ESPINOZA

Las inundaciones se encuentran entre los desastres naturales más comunes y en términos de daños económicos entre los más costosos. Las inundaciones en el entorno urbano son un reflejo de esta situación, en sus orígenes y consecuencias interactúan factores físicos y socioeconómicos. Actualmente, algunos sectores de la Ciudad de Guaymas han sido con una frecuencia más recurrente afectados por inundaciones, situación que podría agravarse dados los patrones de crecimiento de la ciudad. En el presente trabajo se plantea un procedimiento sencillo para establecer las zonas potencialmente expuestas a riesgos inundación ocasionados por lluvias excepcionales utilizando un sistema de información geográfica con el objeto de determinar y caracterizar zonas urbanas vulnerables a eventos de inundación

MC. ALEJANDRA MONTIJO GONZÁLEZ 1,
MC. ALBERTO EDUARDO VILLA TERÁN 2,
JOSÉ ISMAEL MINJÁREZ SOSA 1,
INOCENTE ESPINOZA 1.

(1) Departamento de Geología,
Universidad de Sonora

(2) Gobierno del Estado de Sonora,
Dirección de Protección Civil

Correo electrónico del primer autor: amontijo@geologia.uson.mx

LOS FENÓMENOS NATURALES Y SUS EFECTOS

Algunos fenómenos naturales pueden tener efectos negativos en los seres humanos, tales efectos se dividen en pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas se relacionan con el daño físico, expresado en: número de víctimas, daños a la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, al espacio urbano, a la industria, al comercio, por mencionar algunos. Las pérdidas indirectas son generalmente efectos sociales y económicos.

Una premisa básica es que los desastres son esencialmente fenómenos sociales. La condición de que la presencia de un mecanismo físico-natural, sea esencial para la ocurrencia de un desastre no ofrece una explicación ni suficiente ni satisfactoria para entender a la mayoría de los desastres que suceden. Para que la ocurrencia de un fenómeno natural se transforme en un desastre, se requiere que tengan un impacto negativo en una matriz humana vulnerable. La vulnerabilidad es fundamentalmente una condición humana, una característica de la estructura social y un producto de procesos sociales históricos.

Entre los peligros naturales que pueden provocar desastres catastróficos se tienen a los sismos e inundaciones, seguidos por los deslizamientos de masas y erupciones volcánicas, esto derivado de la frecuencia con la que ocurren y el gran número de fatalidades que causan.

Debido a la ubicación geográfica de la ciudad de Guaymas, Sonora, la hacen propensa a ser afectada por fenómenos naturales, tales como: huracanes, lluvias torrenciales y mareas de tormenta. A estos podemos agregar los sismos, debido a que la ciudad se encuentra en una zona de actividad sísmica moderada, además, las mismas características geológicas que presenta provocan que el riesgo aumente. Ligados a estos, existe la posibilidad de ser impactada por un Tsunami, ya que los registros existentes así lo indican.

Algo que agrava la situación, es que gran parte de la ciudad se encuentra edificada sobre terrenos no favorables para la urbanización. Numerosos asentamientos humanos se localizan en laderas pronunciadas con poca estabilidad, con el peligro implícito de deslizamientos de roca y suelo.

ESTUDIO PARA CONOCER Y MITIGAR

Todo lo anterior condujo a la necesidad de realizar este estudio, con el objetivo principal de conocer el grado de vulnerabilidad a que están expuestos los habitantes del Estado de Sonora, ante la presencia de un fenómeno natural, que provoque un desastre. Para tal propósito se integro un grupo de trabajo integrado por el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora y el Gobierno de Estado de Sonora a través de la Unidad Estatal de Protección Civil.

Complementariamente, el evaluar los peligros naturales, es uno de los medios fundamentales para el ordenamiento territorial o la planeación física, especialmente cuando se trata de determinar la aptitud ambiental de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura. Dichas evaluaciones, son básicas para definir y aplicar medidas de mitigación debidamente justificadas en términos sociales y económicos dentro de la planeación urbana.

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Guaymas, la cual localizada en las coordenadas 27° 50' y los 27° 58' de latitud Norte y los 110° 50' y 111° 00' de longitud Oeste de la parte Centro-Occidental del Estado de Sonora, (Figura 1) de la región Noroeste de México.

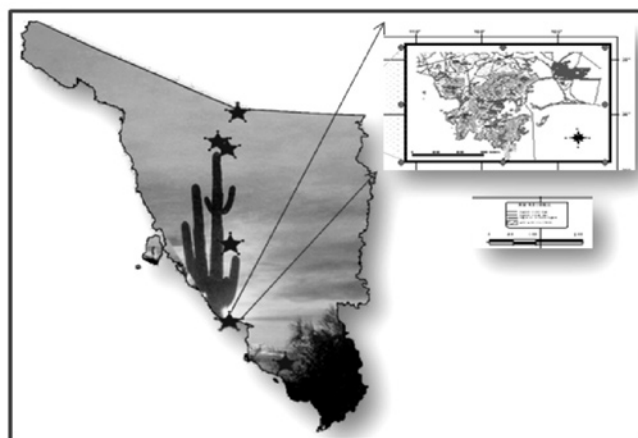


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La zona de estudio se localiza dentro de la provincia del Desierto Sonorense [1] caracterizada por planicies separadas por sierras con elevaciones menores. En general los relieves del área van de 0 a 460 metros (Cerro El Vigía), la distribución en relieves es controlada por una estructura semicircular con rumbo variable de NE 70° a NE 30°. Dichos relieves separan zonas relativamente angostas y planas rellenas con sedimentos.

El análisis geomorfológico se realizó utilizando cartas topográficas (INEGI) [2] escala 1:50,000, modelos digitales de terreno, imagen de satélite y cartografía disponible en la literatura [3,4 5].

CLIMATOLOGÍA

La región donde se ubica el Centro de Población de Guaymas representa el límite Sur del Desierto Sonorense, el cual se caracteriza por su clima predominantemente cálido con heladas ocasionales y dos temporadas de lluvias muy marcadas. De acuerdo a los datos proporcionados por (C.N.A.) [6] los cuales se muestran en la tabla 1, la precipitación pluvial media anual es de 257.18 mm., con un promedio de lluvias de 13.23 días al año. Se registra una temperatura mínima anual de 2.5°C y una máxima de 42°C. La evaporación anual mínima es de 0.01 mm. y máxima de 21.6 mm. Las heladas se presentan generalmente en los meses de invierno (Diciembre-Febrero).

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
AÑO														
1968	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.1	N.D.	4.0	17.0	4.5	0	28.6	
1969	19.5	8.0	0	0	7.5	0	48.5	7.0	10.5	0	3.0	28.0	132.0	
1970	1.0	0.5	1.5	2.5	0	17.5	102.0	68.0	31.5	0	0	0	224.5	
1971	0.0	0	0	0	0	0	INAP	12.5	48.5	2.0	6.0	0	2.5	71.5
1972	4.0	0	0	0	32.5	0	59.8	145.5	0	30	0	20.0	291.8	
1973	11.5	54.5	0	0	0	0	16	42	0	0	0	0	124.0	
1974	27.0	0	0	0	0	0	10.0	58.0	18.0	10.9	26.3	0	150.2	
1975	0.0	0	0	0	0	0	4.6	51.7	158.0	0	0	0.5	214.8	
1976	0.0	30.8	0	0	INAP.	0	8.4	78.71	140.20	0	9.0	0.2	267.1	
1977	26.9	0	1.2	0	0	INAP.	30.3	99.5	2.3	3.2	0	0	163.4	
1978	0.1	39.3	8.5	0	0	0	15.2	17.7	0	88.30	6.2	54.5	229.8	
1979	105.8	1.5	0.5	0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	107.8	
1980	0.0	0	0	0	0	0	8.0	20.6	71.0	0	8.5	22.5	8.5	139.1
1981	40.0	1.2	49	9	0	0	INAP	71.6	7.5	111.0	77.0	INAP	0	366.3
1982	3.5	0	0	0	0	0	0	30.0	120.5	10.0	61.0	54.0	135.5	414.5
1983	19.9	9.0	34.7	23.5	0	0	176.0	99.3	56.3	53.5	23.0	20.0	515.2	
1984	45.5	0	0	5.0	0	0	31.5	177.7	149.7	3.5	29.0	4.5	69.7	516.1
1985	22.6	4.8	0.1	0	0	0	52.5	70.5	0.2	18.6	25.0	INAP	194.3	
1986	10.0	20.0	0.5	0	0	0	171.5	129.5	31.0	0	13.0	23.5	399.0	
TOTAL	337.3	169.6	96.0	40.0	40.0	57.0	1010.3	1264.6	578.5	403.0	191.0	362.9		

Tabla 1. Precipitación total anual (mm.) de la estación climatológica Guaymas (Periodo 1968-1986)

HIDROLOGÍA

Hidrológicamente el área de Guaymas se encuentra hacia la parte más baja de la Cuenca Arroyo Guaymas que a su vez es una subcuenca (c) de la Cuenca del Río Mátape (C) en la Región Hidrológica Sonora Sur (Rh-9). Esta subcuenca aunque forma parte de la Cuenca del Río Mátape, tiene un drenaje independiente vertiendo sus aguas directamente al Golfo de California o Mar de Cortés.

Uno de los parámetros, que son de utilidad en el cálculo de avenidas es el coeficiente de escurrimiento, que para los objetivos de este trabajo se distinguen 2 zonas: los erosivos de montaña y las zonas montañosas. Para los primeros se obtuvo un valor de 1.8%, mientras que para el segundo fue de 9.5%.

FACTORES FÍSICOS Y SOCIOECONÓMICOS

Las inundaciones se encuentran entre los desastres naturales más comunes y en términos de daños económicos entre los más costosos. Las inundaciones en el entorno urbano son un reflejo de esta situación, en sus orígenes y consecuencias interactúan factores físicos y socioeconómicos. Actualmente, algunos sectores de la Ciudad de Guaymas han sido con una frecuencia más recurrente afectados por inundaciones, situación que podría agravarse dados los patrones de crecimiento de la ciudad.

El crecimiento urbano provoca grandes presiones en los servicios básicos y la urbanización no planificada impacta sobre el régimen hidrológicos de esas áreas (Figura 2). En los últimos 10 años se ha dado una fuerte tendencia a ubicar estos desarrollos en zonas vulnerables, especialmente las colonias situadas hacia la parte sur y suroeste de la ciudad, como son Lomas del Valle Sahuaripa, El Centinela, entre otras. Se puede observar que algunos desarrollos urbanos están ubicando en partes altas de sub-cuencas hidrográficas (Fig. 3), lo cual altera dramáticamente las condiciones de cobertura y drenaje y con naturales consecuencias hidrológicas aguas abajo.

Un factor adicional que agrava la situación, es la impermeabilización de áreas ya sea por asfalto o por concreto, pues en algunos han agravado problemas ya existentes de inundación. Igualmente se tienen los rellenos que se hacen artificialmente con escombros u otros materiales de desecho, en áreas de posible inundación, reduciendo o provocando la desviación y capacidad de conducción de los drenajes naturales, aumentando con esto el nivel de la inundación y a su vez el riesgo de esos sitios, como se puede apreciar en la figura 4.



Figura 2. Inundación tipo "Flash Flood" en Guaymas, debido a la T.T. Juliette. Fuente: Unidad Estatal de Protección Civil



Figura 3. Imagen que muestra una ventana del plano de pendientes obtenido a partir del Sistema de Información Geográfica y en donde se aprecia como las zonas urbanizadas ha invadido áreas con un alto grado de inclinación.

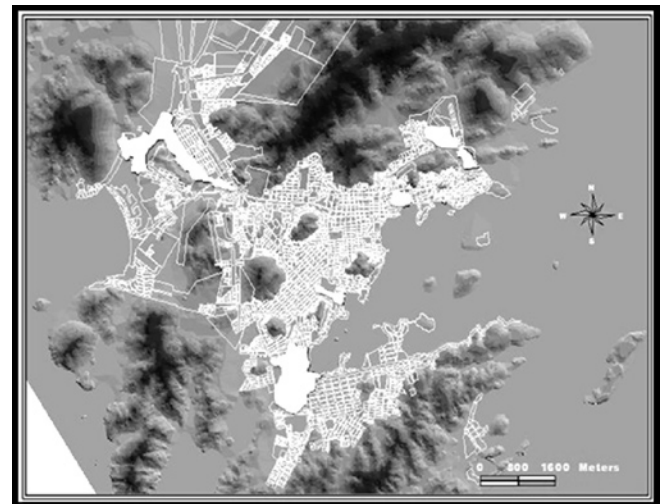


Figura 4. La foto corresponde a la Colonia Petrolera en la Cd. Guaymas donde se muestra como los rellenos de materiales influyen en el cauce del arroyo al desviarlos reduciendo con esto su capacidad de conducción

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Determinar el grado de vulnerabilidad y en los posibles riesgos a lo que está expuesta la ciudad de Guaymas referente a inundaciones analizando los fenómenos naturales para evaluar la utilidad, comportamiento, limitaciones, problemas y potencialidades que tiene un Sistema de Información Geográfica (SIG) para estudiar y proponer alternativas frente a problemas relacionados con desastres.

DEFINICIÓN DE ALGUNAS HIPÓTESIS

a) El desarrollo urbano en los asentamientos populares se caracteriza porque tanto los asentamientos como los sistemas utilizados en la construcción no son los adecuados para el tipo de

suelos y condiciones topográficas. La ausencia de asesoría técnica en la construcción de viviendas, principalmente en zonas no urbanizadas es la principal razón para que surjan estas condiciones de riesgo. Los planes de prevención y de protección civil para las zonas de alto riesgo no existen, de esta forma la vulnerabilidad aumenta.

b) Los programas de mejoramiento implementados por el municipio, en algunos casos, no son bien orientados y contribuyen a la pérdida de recursos económicos y técnicos.

c) Algunos planes de desarrollo urbano no son elaborados con el diagnósticos previos sobre las condiciones geológicas, topográficas y geográficas de los terrenos.

METODOLOGÍA

Se pretende desarrollar una investigación aplicada en un sector de la ciudad, el cual se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad frente a riesgos de inundación. La metodología es la siguiente:

a) Se desarrolla un proceso metodológico de tipo analítico y se pone a prueba con información, mediante el uso de programas de cómputo, para demostrar la importancia del uso de los SIG y producir resultados útiles para los agentes que afectan el área estudiada. Como resultado práctico se espera producir un informe técnico de gran cobertura que posibilite crear las bases para el diseño de una metodología de análisis general.

b) Se determinan las variables que permiten definir el grado de vulnerabilidad. Posteriormente se analiza las interrelaciones de las distintas variables: dependencia, correlación, etc y se evalúa el grado de influencias de unas con respecto a las otras. De este modo se estructura el Modelo de Análisis con el que se encuentra la vulnerabilidad global. Esta metodología se pone a prueba para su validación y aplicación en futuros análisis de definición de vulnerabilidades.

Se combinaron datos digitales de topografía, tipos y uso de suelos, geológicos, geomorfología, hidrogeología, en la generación de un sistema de información con los atributos antes señalados. La base del sistema fue la información topográfica con la cual se creó un modelo digital de terreno, a este se le agregaron los atributos mencionados anteriormente, además datos de campo y datos de registros históricos, (ver referencias consultadas 8 - 18).

CAPTURA DE DATOS

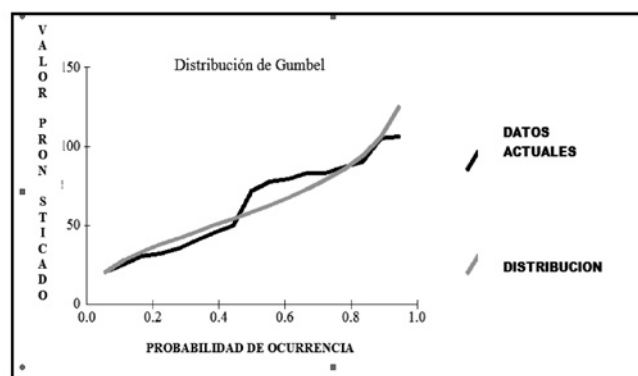
Las inundaciones por lo general son analizadas de acuerdo a su periodicidad estadística. El análisis es factible cuando se tiene registro de datos hidrológicos in situ de las corrientes fluviales que cubren periodos de datos de varios años. El manejo de los datos ayuda a determinar la periodicidad de los eventos o periodos de retorno de las inundaciones y la probabilidad de ocurrencia. Sin embargo, tales estimaciones se dificultan cuando la disponibilidad de los datos es menor a veinticinco años (19).

Uno de los parámetros, que son de utilidad en el cálculo de avenidas es el coeficiente de escurrimiento, que para los objetivos de este trabajo se distinguen 2 zonas: los erosivos de montaña y las zonas montañosas. Para los primeros se obtuvo un valor de 1.8%, mientras que para el segundo fue de 9.5%.

Con el objeto de conocer con mayor exactitud la precipitación máxima que se podría presentar en un día, en un periodo de "t" años, se utilizó el Software "SMADA6.4", el cual utiliza varias ecuaciones para hacer el cálculo, en este caso se escogió a la Distribución de Gumbel, por ser la que más se ajusta para estos fines (Tabla 2 y grafica 1).

Probabilidad de ocurrencia	Periodo de Retorno (años)	Predicción de la Precipitación (mm)	Desviación Estándar
0.995	200	189.94	35.3496
0.990	100	171.39	30.9197
0.980	50	152.78	26.4967
0.960	25	134.02	22.0785
0.900	10	108.74	16.2371
0.800	5	88.74	11.8238
0.667	3	72.85	8.6602
0.500	2	58.52	6.4833

Tabla 2. Periodos de retorno de lluvias hasta 200 años.



Gráfica 1. En este esquema se muestra la relación de la probabilidad de ocurrencia de lluvias, utilizando la Distribución de Gumbel

De acuerdo con la tabla 2 se puede concluir que existe un 90% de probabilidades de que una lluvia de 108.74 mm. se presente en 10 años en un día, estos datos coinciden de que en 10 años se presente un huracán de grado 1 en escala Saffir /Simpson, tomando en cuenta el resultado anterior y con utilizando el SIG de este trabajo se reconocieron varios sitios que resultaron ser más vulnerables a este tipo de inundación. Ver figura 5.



Figura 5. Imagen que muestra las principales áreas (color blanco), más susceptibles de sufrir una inundación pluviofluvial.

Con el fin de analizar más a detalle los fenómenos meteorológicos y las consecuencias que traen consigo la impermeabilización y reducción de la infiltración de las Cuenca Urbana o "Cuenca Hidrológica". Se toma a manera de ejemplo una pequeña cuenca hidrológica que se denomina caso 1.

ANÁLISIS DEL CASO 1:

Este sitio abarca un área de 12.23 Km², con una pendiente promedio del 17% (9.6°) aunque como se muestra en la figura 5, en el área se presentan pendientes mayores de 30°. Por otra parte a pesar de haberse modificado la hidrología natural debido a la urbanización indiscriminada, existe una densidad de drenaje del 1.84 lo cual significa que tiene respuesta mediana a las precipitaciones [20].

Se utilizó el método de Área-Pendiente, recomendado para áreas en donde casi no existen datos, para estimar los efectos causados por una lluvia de cierta intensidad con un periodo de retorno de "n" años.

Debido a la no disponibilidad de datos de aforo del arroyo del Caso 1 y aunado a que el arroyo que cruza el área ha sido casi en su totalidad modificado, se tuvieron que generar los datos. Se realizó un levantamiento con cinta métrica y posicionadores geográficos (GPS) del arroyo en cuestión. El primer tramo analizado se muestra en la figura 6.

En este tramo, el arroyo mide en promedio de ancho 12.0 mts., con una profundidad entre 1.90 y 1.75 mts., hasta antes del primer obstáculo, en donde sus dimensiones cambian bruscamente (Figura 7).



Figura 6. Imagen que muestra el área inundable del caso 1 y en donde también se aprecia las principales direcciones de los flujos de agua.



Figura 7. En esta imagen se muestra donde da inicio el arroyo y las condiciones físicas en que se encuentra aun poco virgen, pero que ya comienza a ser afectado por acciones antropogénicas

RESULTADOS

El hecho que las lluvias dejan rastros que permiten hacer una evaluación aproximada del caudal, se aprovecho para determinar las propiedades geométricas de dos secciones diferentes, las cuales se encuentran separadas por una distancia L y con un coeficiente de rugosidad en el trecho del arroyo.

Para el tramo del arrollo no modificado el gasto fue:

$$Q = 15.21 \text{ m}^3/\text{s}$$

Y las velocidades en cada sección usando el gasto hallado anteriormente es de:

$$V1 = 0.704 \text{ m/s}$$

$$V2 = 0.724 \text{ m/s}$$

Una vez obtenido las velocidades de cada sección el caudal por lo tanto es:

$$17.57 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para obtener el caudal que generaría en una cuenca una lluvia con una intensidad de 171.39 mm, para un periodo de retorno de 100 años, con un coeficiente de escurrimiento de 0.100, y un área de la microcuenca de 597432.85 mts², medida hasta antes del primer obstáculo, se utilizaron dos métodos racionales en el cálculo del gasto.

$$Q = 2844.27 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Lo anterior nos indica que el arroyo es capaz de soportar estos caudales hasta antes del primer obstáculo, por lo que a partir de este sitio el problema de las corrientes fluviales se torna crítico, esto es debido a la inconveniencia de no poder saber con exactitud el comportamiento que tomaran las corrientes desviadas. Esto se puede apreciar en la figura 8 en donde la inconciencia del ser humano ha aumentado el grado de vulnerabilidad de inundación para esta zona y esto se agravará a medida de que aumenten las áreas impermeables.



Figura 8. Imagen que muestra como el arroyo es modificado tanto en su diámetro como en su profundidad, inclusive dadas las condiciones que presenta, la dirección de la corriente que debería de seguir como se muestra en la imagen, lo más probable es que tome otro curso

En la figura 9, se muestra el nuevo cauce del arroyo después de ser desviado, además se señalan los sitios en donde este se pierde por completo al ser cubierto por materiales de relleno, para enseguida ser urbanizados, sin dejar un canal de aguas pluviales.



Figura 9. En esta imagen se observa la antigua ubicación del arroyo (línea de color gris claro) y como de nueva cuenta es desviado y en algunas partes es cubierto.

La figura 10, muestra como de nuevo aparece el arroyo original, pero con una capacidad de conducir aguas pluviales menores de las que se tiene en un principio, que de acuerdo a los datos obtenidos de las ecuaciones antes utilizadas nos da un aforo de 3.40 m³/s, para que al final de este tramo desaparezca casi por completo debido a la gran cantidad de maleza y a la modificación de su cauce. De acuerdo a lo anterior, esta área viene a ser la que más peligro posee.



Figura 10. En esta imagen se observa como el arroyo vuelve a su cauce normal, pero con una capacidad de conducción menor y de forma muy irregular su geometría.

CONCLUSIONES

La integración del Sistema de Información Geográfica (SIG) permite colocar en un mismo plano la información que se tiene para analizar las situaciones vulnerables, y a la vez modelar situaciones que simulan los eventos naturales, para así poder estimar los posibles daños y localizar dónde es necesaria la intervención para mitigar efectos negativos.

La combinación de datos de un SIG con datos estadísticos de probabilidades, riesgos, población, infraestructura y actividad económica, social y cultural permite diseñar planos de exposición a los eventos naturales, de gran utilidad en la planificación.

La tecnología puede usarse para el estudio de los eventos naturales, identificar zonas y comunidades vulnerables y nos puede ayudar a crear planes y mapas.

Las inundaciones provocadas por huracanes y lluvias extraordinarias, a diferencia de otro tipo de fenómenos naturales, permiten tomar precauciones con anticipación y preparar planes de reducción de riesgos. Es posible, por lo tanto, prever los riesgos asociados con este tipo de fenómenos y las áreas de mayor vulnerabilidad. En estos casos, las estrategias de desarrollo y las políticas públicas deben

promover la adaptación a los peligros naturales de cada territorio en los diversos ámbitos de la actividad humana.

BIBLIOGRAFÍA

1. Raiz, E., 1964. Landforms of México. Morphological Map Prepared for the Geography Branch of the Office of Naval Research. Cambridge Mass. U.S.A. Esc. aprox. 1: 3 000 000.
2. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI), 2000. Estados Unidos Mexicanos XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Resultados Definitivos, (<http://www.inegi.gob.mx>).
3. Vega, R., La O M., Vega L., Pérez Ma., Morales M. y Araux E., 2000. Geología Urbana de la Ciudad de Guaymas. CONACYT-Dpto. de Geol. UNISON. Informe. 240 p.
4. Sheridan, M.F., Wilson, R.T., Johnpeer, G.S., 1979. Geology of the Coastal Region near Guaymas, Sonora. Bol. Dep. Geol. UNISON. Vol.2, No. 1, p. 1-15.
5. Wilson, R.T., 1978. Reconnaissance Geology and Petrology of the San Carlos area, Sonora, Mexico: MS Thesis. Tempe Arizona. Arizona State University. 107 p.
6. Comisión Nacional del Agua (CAN), 2003. Información sobre las precipitaciones y temperatura diarias, basadas en las estaciones climatológicas de Guaymas y Empalme.
7. Unidad Estatal de Protección Civil (UEPC), 2001. Informe de los daños provocados por el Huracán "Juliette". Unidad Estatal de Protección Civil, Sonora. 46 p.
8. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 1991 Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Secretaría de Gobernación México, 1 era edición, 121 p.
9. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 1994. Huracanes, Secretaría de Gobernación (México). Fascículo No. 5, 2a edición, 21 p.
10. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 1996. Tsunamis. Secretaría de Gobernación (México). Fascículo No. 12, 1a edición, 24 p.
11. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), 2001. Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Secretaría de Gobernación (México), 1a edición, 225 p.
12. Domínguez, M.R. y Sánchez, J.L., 1990. Las Inundaciones en México; Proceso de Formación y Formas de Mitigación. Coordinación de Investigación, Área de Riesgos Hidrometeorológicos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (México). Informe interno.
13. Domínguez, M.R., Jiménez, E.M., García, J.F., Salas, S.M., 1994. Reflexiones sobre las Inundaciones en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Cuadernos No. 4, 24 p.
14. Domínguez, M.R., Jiménez, E.M., García, J.F., Salas, S.M., 1994. Reflexiones sobre las Inundaciones en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Cuadernos No. 4, 24 p.
15. Minjarez, S.J.I., Joseph, S., y MacDonald, C., 2001. El Salvador: Metodología para la delimitación de peligro y deslizamiento y su uso en planeación urbana- manual . Banco Interamericano de Desarrollo. Proyecto ES/87.
16. Montijo, G.A., Rodríguez, T.R., Longoria, F.J., Rancel, M.M., Minjarez, S.J.I., Villa, T.A.E., y Peña, C.S. 2000. Estudio de Riesgos Naturales en la Ciudades de Hermosillo y Guaymas, Sonora. CONACYT-Dpto. de Geol. UNISON. Informe.
17. Ordaz, M., 1996. Algunos Conceptos del Análisis de Riesgos, Revista Prevención, CENAPRED, No. 14, p. 6-11.
18. Peña, C.S., 2000. Análisis de peligros naturales de la Ciudad de Hermosillo, Sonora. Utilizando Sistemas de Información Geográfica y los Sensores Remotos, Tesis profesión.
19. Riggs, H.C., 1985. Stream Flow Characteristics. New York: Elsevier, 1985.
20. Linsley, R., Kohler, M., and Paulhus, J. 1988. Libros Hidrología para ingenieros, ed. McGraw-Hill. 386 p.



AUTOESTIMA Y CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

SANDRA LIDIA PERALTA PEÑA, NORA NELLY OLIVA RODRÍGUEZ,
SANTIAGA ENRIQUETA ESPARZA ALMANZA.

El propósito de este estudio, descriptivo y correlacional, fue conocer la relación de la autoestima y el consumo de tabaco y alcohol en estudiantes de Bachillerato. Se obtuvo una muestra de 446 participantes por muestreo aleatorio estratificado proporcional. Se aplicó una cédula de datos personales, un cuestionario de prevalencia de consumo de tabaco y alcohol y la escala de autoestima de Rosenberg.

Los estudiantes que no consumen tabaco y alcohol presentaron medias de autoestima más altas que aquellos que si consumen tabaco y alcohol.

MCE. SANDRA LIDIA PERALTA PEÑA.
Departamento de Enfermería de la Universidad
de Sonora.

Correo: speralta@enfermeria.uson.mx

MCE. NORA NELLY OLIVA RODRÍGUEZ.
Facultad de Enfermería de la Universidad
Autónoma de Nuevo León.

Correo: noris_38@yahoo.com

MCE. SANTIAGA ENRIQUETA ESPARZA
ALMANZA.

Facultad de Enfermería de la Universidad
Autónoma de Nuevo León.

Correo: sesparza54@hotmail.com

EL CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL EN ADOLESCENTES

El uso y abuso de sustancias adictivas como el tabaco y alcohol en México son un problema de salud pública y constituyen un complejo fenómeno con consecuencias adversas en la salud del individuo, de la familia y de la sociedad(1,2). Los adolescentes son el grupo de población más susceptible de desarrollar conductas de riesgo por su tendencia antagónica a las reglas y por la curiosidad de experimentar nuevas prácticas, entre ellas, el uso de tabaco y alcohol; además, gran parte de los hábitos nocivos para la salud son adquiridos durante esta etapa(3).



Estudios realizados entre 2002 y 2005 en estados del centro del país, reflejan incremento en el consumo de tabaco y alcohol; señalan que la prevalencia de consumo es mayor en las grandes urbes, que las nuevas generaciones presentan mayor consumo que los adultos y que la edad de inicio en el consumo de tabaco y alcohol, es cada vez menor, generalmente antes de los 13 años, situación que incrementa las probabilidades de involucrarse en el consumo de drogas ilegales(4, 5, 6).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA) 2002, la prevalencia de fumadores entre el grupo de 12 a 17 años en zonas urbanas de México fue de 10.1%, con mayor proporción de hombres (15.4%) que de mujeres (4.8%). La población urbana de la región norte de México, incluyendo Sonora, mostró prevalencia de consumo de tabaco de 28.4%, por encima de la media nacional (26.4%) y en la población rural se observó una prevalencia alta de fumadores (18.8%) comparada con otras regiones del país. Además, reporta que 25.7% de los adolescentes entre 12 y 17 años consumió una copa completa de bebidas alcohólicas en el año previo a la encuesta. El aumento en el consumo de alcohol por género en la población urbana fue de 27% en 1988 a 35% en el 2002 para los hombres, y de 18% a 25% para las mujeres a razón de 1.4 varones por cada mujer(2).

AUTOESTIMA Y CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL

El estudio de los factores protectores y su efecto en el consumo de tabaco y alcohol, está en una etapa incipiente de investigación en nuestro país. La autoestima definida como el sentimiento de aceptación y aprecio hacia sí mismo, va unida al sentimiento de competencia y valía personal; la importancia de la autoestima radica en que impulsa a actuar, a seguir adelante y motiva para perseguir los objetivos(7). Varios estudios concluyen que la autoestima alta, actúa como defensa para evitar el consumo de tabaco y alcohol (8,9,10,11,12,13,14,15,16).

En el estado de Sonora existen escasos estudios que reflejen el consumo de alcohol y tabaco en los adolescentes, además se desconoce el nivel de autoestima que presenta esta población; por lo que se consideró importante realizar una investigación descriptiva. Los objetivos del estudio fueron conocer las tres medidas de prevalencia de consumo de tabaco y alcohol (alguna vez en la vida, en los últimos 12 meses y en los últimos 30 días) e identificar la diferencia del consumo de tabaco y alcohol por edad, sexo, grado escolar y ocupación en las tres medidas de prevalencia en estudiantes de bachillerato en Hermosillo, Sonora. Las hipótesis fueron: H1 la autoestima se relaciona con el consumo de tabaco los últimos 30 días en los estudiantes de bachillerato y H2 la autoestima se relaciona con el consumo de alcohol los últimos 30 días en los estudiantes de bachillerato.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio descriptivo y correlacional. La población estuvo conformada por 1455 estudiantes de 15 a 19 años de una institución educativa de nivel medio superior del área periurbana de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. El muestreo fue aleatorio estratificado proporcional; la muestra se obtuvo a través del paquete n Query Advisor 4.0(17), estimada para un 95% de nivel de confianza, considerando el enfoque conservador de .5 y un límite de error de estimación de .04 (\pm 4%). Se obtuvo un tamaño de muestra de 446 participantes, con 12 estratos formados por las combinaciones de sexo, turno y grado escolar.



Para la recolección de información se utilizó la Cédula de Datos Personales (CDP), el Cuestionario de Prevalencia de Consumo de Tabaco y Alcohol (CPCTA), y la Escala de Autoestima de Rosenberg (EAR), que presentó consistencia interna aceptable con Alpha de Cronbach de 0.82. El análisis de datos se realizó en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 12.0 y para dar respuesta a los objetivos, se utilizó estimación puntual con intervalos de confianza de 95%, χ^2 de una muestra para diferencia de proporciones, la Prueba de Kruskal-Wallis y la Prueba U de Mann-Whitney. Por último, para comprobar las hipótesis, se aplicó la regresión logística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 33.9% de los estudiantes tenía 16 años; 50.2% eran del sexo masculino; 39.9% fueron estudiantes de primer semestre y el 57.2% asistían al turno matutino; se encontró que sólo el 15.7% además de estudiar, trabaja. La media de edad fue de 16 años y la de autoestima fue de 72.66, así mismo la media de edad de inicio en el consumo de tabaco y alcohol fue a los 13 años.

La proporción de consumo de alcohol alguna vez en la vida .74, IC 95% (.70 - .79) fue mayor que la proporción de consumo de tabaco alguna vez en la vida .51, IC 95% (.46 - .56); este mismo patrón se repite en las otras medidas de prevalencia. En cuanto al consumo los últimos 12 meses, el porcentaje de usuarios de ambas drogas se reduce a menos de la mitad respecto al consumo alguna vez en la vida (tabla 1).

Medidas de Prevalencia	Consumo de Tabaco					Consumo de Alcohol				
	n	P	DE	IC al 95%		n	P	DE	IC al 95%	
				Límite Inferior	Límite Superior				Límite Inferior	Límite Superior
Alguna vez en la vida	227	.51	.50	.46	.56	332	.74	.44	.70	.79
En los últimos 12 meses	138	.31	.46	.27	.45	241	.54	.50	.49	.59
En los últimos 30 días	110	.25	.43	.21	.29	185	.41	.49	.37	.46

Fuente: CDP, CPCTA

Tabla 1. Consumo de tabaco y alcohol alguna vez en la vida, en los últimos 12 meses y en los últimos 30 días

CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL SEGÚN EDAD

En la tabla 2 se observa que el consumo de tabaco alguna vez en la vida mostró diferencia significativa por edad ($\chi^2 = 8.07$, $p = .044$). Los participantes de 16 años presentaron prevalencia más alta de consumo de cigarras (35.7%); las cifras que arrojó este estudio son similares a las reportadas por Nuño-Gutiérrez et al.(18) y Villatoro et al.(6), cuyas prevalencias varían alrededor de 55%; pero fueron mayores a las encontradas por Arenas et al.(5); Reddy-Jacobs et al.(19) y Urquieta et al.(20) quienes reportan prevalencia de consumo del 15%; éstas diferencias pudieran deberse a que los estudios realizados por Urquieta et al.(20) y Reddy-Jacobs et al.(19) fueron en población suburbana y urbana marginada en estados del centro del país y el hecho de que los participantes del presente estudio residan en área urbana hace factible que tengan mayor acceso a la sustancia.

Edad	n	Consumo de tabaco				χ^2	Valor de p	Consumo de alcohol				χ^2	Valor de p
		Si		No				Si		No			
		f	%	f	%			f	%	f	%		
15	144	60	26.4	84	38.4	8.07	.044	104	31.3	40	35.1	3.99	.262
16	151	81	35.7	70	32.0			107	32.2	44	38.6		
17	129	75	33.0	54	24.7			103	31.0	26	22.8		
18 y +	22	11	4.8	11	5.0			18	5.4	4	3.5		

Fuente: CDP, CPCTA

Tabla 2. Prevalencia de consumo de tabaco y alcohol alguna vez en la vida por edad

En el consumo de alcohol, 32.2% de los estudiantes de 16 años indicaron haber consumido bebidas alcohólicas alguna vez en la vida, sin embargo, no se observó diferencia significativa por edad (tabla 2), dado que las proporciones en cada grupo fueron muy similares ($\chi^2 = 3.99$, $p = .262$). Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la prevalencia de consumo de alcohol alguna vez en la vida fue mayor a la encontrada por Urquieta et al.(20), pero igual a la reportada por Rodríguez et al.(21) y Villatoro et al.(6); estos estudios presentaron prevalencias de consumo de alcohol de 65 a 82%. Lo anterior puede estar relacionado con la influencia de la cultura anglosajona por la cercanía con Estados Unidos de Norteamérica, donde una gran cantidad de jóvenes de E.U. atraviesan la frontera hacia México con la finalidad de obtener bebidas alcohólicas a un bajo costo, convirtiéndose en modelo a seguir por los jóvenes de Sonora.

Respecto al consumo de tabaco los últimos 12 meses por edad, los estudiantes de 16 y 17 años presentaron mayor consumo (32.6%). Los resultados arrojados por este estudio, son similares a los reportados por Nuño-Gutiérrez et al.(18) y Villatoro et al.(6), quienes informaron prevalencias de consumo de tabaco alrededor de 30%. Sobre el consumo de alcohol, 32% de estudiantes de 16 y 17 años han consumido alcohol en los últimos 12 meses, cifra mayor que la reportada por los estudiantes de 15 y 18 años; sin embargo, estas diferencias de consumo no son significativas ($p > .05$). La prevalencia de consumo de alcohol en los últimos 12 meses es similar a lo reportado por Villatoro et al.(6) y menor a lo reportado por Rodríguez et al.(21) quienes indicaron que el 80% de los estudiantes de bachillerato, consumieron alcohol en el año previo al estudio.

Los hallazgos del estudio indican que el alcohol es la sustancia que más ha consumido el estudiante de bachillerato alguna vez en la vida, los últimos 12 meses y los últimos 30 días; esto es acorde a lo reportado en la ENA 2002 (2) que indica que la droga de mayor consumo es el alcohol y concuerda con Rodríguez



et al.(21) y Villatoro et al.(6), esto pudiera deberse al hecho de que en Hermosillo, el clima es en extremo cálido y seco, circunstancia que induce al consumo de bebidas frías, principalmente cerveza, como forma de mitigar los efectos del calor intenso. Este estudio mostró que los estudiantes inician el consumo de tabaco y alcohol a los 13 años, este dato coincide con González y Berguer(10), Nuño-Gutiérrez et al.(18) y Rodríguez et al.(21); y es menor que el reportado por Arenas et al.(5) y Urquieta et al.(20); quienes mencionan que el consumo de tabaco ocurre entre los 14 y 15 años.



En relación a la prevalencia en el consumo de tabaco, 33.6% de los estudiantes de 17 años indicaron haber consumido tabaco en los últimos 30 días, cifra mayor que la de los estudiantes de 15, 16 y 18 años; se encontraron diferencias significativas de consumo por edad, se observa que a medida que aumenta la edad, aumenta el consumo de tabaco, estos resultados son similares a los reportados por Arenas et al. (5), Nuño-Gutiérrez et al.(18), Rodríguez et al.(21) y Urquieta et al.(20).

En lo que respecta a la prevalencia del consumo de bebidas alcohólicas en los últimos 30 días, presentó diferencia significativa por edad ($\chi^2 = 13.07$, $p = .004$). Los participantes de 17 años presentaron prevalencia mas alta de consumo de alcohol (35.7%). La prevalencia de consumo de alcohol se mantiene igual en todos los grupos de edad; lo anterior difiere de lo señalado por Cañuelo(22) quien documenta que al aumentar la edad, también se incrementa la proporción de bebedores y la intensidad de consumo. De acuerdo con Maddaleno et al.(3), estas diferencias en el consumo de alcohol en relación a la edad, probablemente se deben a que los estudiantes se encuentran en una etapa de cambios psicosociales y conductuales, situación que los convierte en el grupo de población más susceptible a desarrollar conductas de riesgo, esto se explica por su tendencia antagónica a las reglas y por la curiosidad de experimentar nuevos hábitos que los hagan sentirse mas adultos, entre ellos el uso de tabaco y alcohol.

CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL SEGÚN SEXO

El consumo de tabaco y alcohol alguna vez en la vida presentó diferencia significativa por sexo ($U = 22.41$, $p = .001$ y $U = 5.97$, $p = .010$ respectivamente). Los hombres presentaron prevalencia mas alta de consumo de tabaco (61.2%) y alcohol (53.6%) que las mujeres (tabla 3). El consumo de tabaco y alcohol en los últimos 12 meses presentó diferencia significativa por sexo ($U = 14.66$, $p = .001$ y $U = 6.06$, $p = .009$ respectivamente). Los hombres presentaron prevalencia de consumo más alta de tabaco (63.8%) y alcohol (55.6%) que las mujeres. El consumo de tabaco y alcohol en los últimos 30 días presentó diferencia significativa por sexo ($U = 15.21$, $p = .001$ y $U = 16.42$, $p = .001$ respectivamente). Los hombres presentaron prevalencia de consumo mas alta de tabaco (66.4%) y alcohol (61.6%) que las mujeres; estos resultados son afines a los referidos por Arenas et al.(5), Reddy-Jacobs et al.(19) y Urquieta et al.(20). Los hallazgos fueron distintos a los reportados por Nuño-Gutiérrez et al.(18), Rodríguez et al.(21) y Villatoro et al.(6), quienes no encontraron diferencia significativa en el consumo de tabaco por sexo; sin embargo, Villatoro et al. (6) señaló mayor prevalencia de consumo de alcohol en el sexo femenino. Es importante señalar que el consumo de alcohol en la mujer presentó prevalencia alrededor de 15% menor que el hombre, en este sentido, Villatoro et al.(6) describen que el consumo de alcohol tiende a homogeneizarse por género.

Sexo	n	Consumo de tabaco				U	Valor de p	Consumo de alcohol				U	Valor de p
		Si		No				Si		No			
		f	%	f	%			f	%	f	%		
Femenino	222	88	38.8	134	61.2	22.41	.001	154	46.4	68	59.6	5.97	.010
Masculino	224	139	61.2	85	38.8			178	53.6	46	40.4		

Fuente: CDP, CPCTA

Tabla 3. Prueba U de Mann-Whitney para prevalencia de consumo de tabaco y alcohol alguna vez en la vida por sexo

CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL SEGÚN GRADO ESCOLAR

Respecto al consumo de tabaco alguna vez en la vida, los estudiantes de tercer grado escolar presentaron mayor consumo de tabaco (38.8%) que los de primer y quinto grado. El mayor consumo de alcohol alguna vez en la vida lo presentaron los participantes de primer semestre (38.6%), sin embargo, estas diferencias no fueron significativas ($p > .05$). Sobre el consumo de tabaco y alcohol en los últimos 12 meses, los estudiantes de tercer grado escolar presentaron mayor consumo de tabaco (37.7%) que los de primero y quinto; el mayor consumo de alcohol en los últimos 12 meses lo presentaron los estudiantes de primer semestre (36.1%), sin embargo, estas diferencias no fueron significativas ($p > .05$).

La tabla 4 muestra que la prevalencia de consumo de tabaco los últimos 30 días, fue mayor (37.3%) entre los estudiantes de primer semestre en relación con los estudiantes de los otros semestres, aunque



no se observó diferencia significativa ($p > .05$); los datos fueron diferentes a los presentados por Nuño-Gutiérrez et al.(18), que reportan diferencia significativa por grado escolar, es decir, el consumo tiende a ser mayor en los estudiantes que cursan semestres más elevados. El consumo de alcohol en los últimos 30 días presentó diferencia significativa por grado escolar ($\chi^2 = 18.47$, $p = .001$). Los estudiantes de primer semestre presentaron prevalencia más alta de consumo de alcohol (36.8%) que los participantes de los otros semestres. Este patrón también se observa en la prevalencia de consumo alguna vez en la vida y en los últimos 12 meses. Los hallazgos del presente estudio pueden deberse a que los estudiantes de primer semestre se encuentran en un proceso de cambio académico que requiere de adaptación a la escuela, trato con nuevos maestros, compañeros, diferentes métodos de enseñanza, mayor dificultad para cumplir con las tareas; situaciones que en conjunto pueden ser generadoras de estrés y que posiblemente motiven al estudiante al consumo de alcohol.

Semestre	n	Consumo de tabaco				χ^2	Valor de p	Consumo de alcohol				χ^2	Valor de p
		Si		No				Si		No			
		f	%	f	%			f	%	f	%		
Primero	178	41	37.3	137	40.8	3.35	.187	68	36.8	110	42.1	18.47	.001
Tercero	159	35	31.8	124	36.9			53	28.6	106	40.6		
Quinto	109	34	30.9	75	22.3			64	34.6	45	17.2		

Fuente: CDP, CPCTA

Tabla 4. Prevalencia de consumo de tabaco y alcohol en los últimos 30 días por grado escolar

CONSUMO DE TABACO Y ALCOHOL SEGÚN OCUPACION

Respecto al consumo de tabaco y alcohol alguna vez en la vida, se observa que los participantes que sólo estudian presentaron mayor consumo de tabaco (81.5%) y alcohol (84.0%) comparativamente con sus compañeros que además de estudiar, trabajan. El consumo de tabaco y alcohol en los últimos 12 meses fue mayor (81.2% y 85.1% respectivamente) en los estudiantes que solo estudian comparado con sus compañeros que además de estudiar trabajan. En relación al consumo de tabaco y alcohol en los últimos 30 días, los participantes que solo estudian, presentaron mayor consumo de tabaco y alcohol (80.0% y 81.1% respectivamente) en comparación de aquellos que estudian y trabajan. Como se observa, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las tres medidas de prevalencia; resultados opuestos a lo reportado por Nuño-Gutiérrez et al.(18) y Reddy-Jacobs et al.(19), que hallaron diferencia significativa, sus resultados indicaron que los estudiantes que trabajan, consumen más alcohol y tabaco que los que no trabajan. Los hallazgos del presente estudio, pueden deberse a que el número de estudiantes que trabajan es mucho menor que los participantes que solo estudian.

Acerca de la autoestima, se encontró que los estudiantes de bachillerato de Hermosillo, Sonora, tienen una media de autoestima de 72.66, resultado que es similar al encontrado por Navarro y Pontillo(23) en adolescentes de 12 a 18 años en Venezuela y por González y Berguer(10) en Chile, quienes reportan que la mayoría de los adolescentes tienen autoestima alta.

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

La tabla 5 muestra que la autoestima mantiene efecto significativo sobre el consumo de tabaco en los últimos 30 días ($p < .01$) con el 4.3% de variación explicada, además, en la tabla 6 se observa que la autoestima es mayor ($= 74.85$, $DE = 14.29$) en los estudiantes que no consumen actualmente tabaco que aquellos que sí han consumido tabaco los últimos 30 días ($= 65.96$, $DE = 23.37$). Lo anterior es similar al reporte de Nebot, et al.(12) quienes indican que tener baja autoestima es un factor predictor para el consumo de tabaco; por su parte González y Berguer(10) encontraron que 63.4% de adolescentes que no fumaban presentaron autoestima alta.

Modelo 1	χ^2	gl	Valor de p	R ²
Regresión logística	19.59	1	.001	.043

Fuente: CPCTA, EAR

n = 446

Tabla 5. Modelo de Regresión Logística para autoestima con consumo de tabaco los últimos 30 días



Autoestima	<i>n</i>	Valor Mínimo	Valor Máximo	\bar{X}	Mdn	DE
Consumo de tabaco en los últimos 30 días						
Si	110	0.00	100	65.96	71.66	23.37
No	336	26.67	100	74.85	76.66	14.92

Fuente: CPCTA, EAR

n = 446

Tabla 6. Medias de autoestima de acuerdo al consumo de tabaco los últimos 30 días

Se encontró también que la autoestima mantiene efecto significativo sobre el consumo de alcohol en los últimos 30 días ($p < .01$) con el 1.7% de variación explicada (tabla 7), además la tabla 8 muestra que la autoestima es mayor ($= 74.64$, $DE = 14.79$) en los estudiantes que no consumen alcohol actualmente que aquellos que si han consumido tabaco los últimos 30 días ($= 69.85$, $DE = 21.01$). En este sentido, Navarro y Pontillo(23) encontraron relación negativa significativa entre la autoestima y el consumo de alcohol y Martínez y Robles(21) encontraron que la autoestima alta es un factor protector para el consumo de alcohol en adolescentes. Sin embargo, es opuesto a lo encontrado por Otsuki (14) que reporta relación positiva y significativa entre autoestima y uso de alcohol. Los resultados del presente estudio confirman a la autoestima como factor protector personal en ésta población, que se vincula a la limitación del consumo de tabaco y alcohol.

Modelo 1	χ^2	<i>gl</i>	Valor de <i>p</i>	R^2
Regresión logística	7.86	1	.005	.017

Fuente: CPCTA, EAR

n = 446

Tabla 7. Modelo de Regresión Logística para autoestima con consumo de alcohol los últimos 30 días

Autoestima	<i>n</i>	Valor Mínimo	Valor Máximo	\bar{X}	Mdn	DE
Consumo de alcohol en los últimos 30 días						
Si	185	0.00	100	69.85	73.33	21.01
No	261	16.67	100	74.64	76.66	14.79

Fuente: CPCTA, EAR

n = 446

Tabla 8. Medias de autoestima por consumo de alcohol los últimos 30 días

CONCLUSIONES

Los estudiantes de Bachillerato presentan mayor prevalencia de consumo de alcohol alguna vez en la vida, en los últimos 12 meses y en los últimos 30 días, que las prevalencias equivalentes en el consumo de tabaco.

La media de edad de inicio al consumo de tabaco y alcohol fue a los 13 años.

El consumo de tabaco alguna vez en la vida presentó diferencia significativa por edad; los participantes de 16 años mostraron prevalencia más alta de consumo de cigarras que los de otras edades; resultado diferente a la prevalencia de consumo de alcohol alguna vez en la vida por edad, donde no se encontró diferencia significativa.

No se observó diferencia de consumo de tabaco y alcohol en los últimos 12 meses por edad.

El consumo de bebidas alcohólicas en los últimos 30 días presentó diferencia significativa por edad; los participantes de 17 años presentaron prevalencia más alta de consumo de alcohol. El consumo de tabaco en los últimos 30 días no presentó diferencia significativa por edad.

El consumo de tabaco y alcohol, en las tres medidas de prevalencia, presentó diferencias por sexo, los varones presentaron mayor consumo de tabaco y alcohol que las mujeres.

El consumo de tabaco no presentó diferencias por grado escolar; en cambio, el consumo de alcohol en los últimos 30 días presentó diferencias por grado escolar. Los estudiantes de primero, presentaron mayor consumo que los de tercero y quinto semestre.

No se encontró diferencia en el consumo de tabaco y alcohol por ocupación.

La autoestima se relacionó con el consumo de tabaco y alcohol en los últimos 30 días. Los estudiantes que no consumen tabaco ó alcohol, presentaron medias de autoestima más altas que los estudiantes que si consumen.



REFERENCIAS

1. Consejo Nacional Contra las Adicciones-Secretaría de Salud. (1999). El consumo de drogas en México: diagnóstico, tendencias y acciones. México, D.F. Recuperado el 18 de Agosto de 2005 de, <http://ssa.gob.mx/unidades/conadic/CDM.htm>.
2. Consejo Nacional Contra las Adicciones-Secretaría de Salud. (2003). Encuesta Nacional de Adicciones 2002. Tabaco, Alcohol y otras Drogas.
3. Maddaleno, M., Morello, P. & Infante-Espínola, F. (2003). Salud y desarrollo de adolescentes y jóvenes en Latinoamérica y El Caribe: desafíos para la próxima década. *Salud Pública de México*, 45(1), 132-139.
4. Medina-Mora, M. E., Peña-Corona, M. P., Cravioto, P., Villatoro, J. & Kuri, P. (2002). Del tabaco al uso de otras drogas: ¿el uso temprano del tabaco aumenta la probabilidad de usar otras drogas? *Salud Pública de México*, 44(1), 109-115.
5. Arenas-Monreal, L., Jasso-Victoria, R., Bonilla-Fernández, P., Hernández-Tezoquipa, I., Caudillo-Rojo, I. Sotres-Vega, A. & Olmos, Z. J. R. (2004). Prevalencia de tabaquismo en adolescentes de un colegio de bachilleres del estado de Morelos, México. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 20(1), 22-24.
6. Villatoro, V. J. A., Medina-Mora, I. M. E., Hernández, V. M, Fleiz, B. C. M, Amador, B. N. G. & Bermúdez, L. P. (2005). La encuesta de estudiantes de nivel medio y medio superior de la ciudad de México: Noviembre 2003. Prevalencias y evolución del consumo de drogas. *Salud Mental*, 28(1), 38-51.
7. Rosenberg, M. (1989). *Society and the adolescent self-image*. Revised edition. Middletown, CT:Wesluyan Univeristy Press.
8. Esparza, A. S. E. & Pillón, S. C. (2004). Programa para fortalecer factores protectores que limitan el consumo de tabaco y alcohol en estudiantes de educación media. *Revista Latinoamericana de Enfermería*, 12, 324-332.
9. Fraile, D. C. G., Riquelme, P. N. & Pimienta, C. A. M. (2004). Consumo de drogas lícitas e ilícitas en escolares y factores de protección y riesgo. *Revista Latinoamericana de Enfermería*, 12, 345-351.
10. González H. L. & Berger V. K. (2000). Consumo de tabaco en adolescentes: Factores de riesgo y factores protectores. *Revista Ciencia y Enfermería*, 8(2), 1-13.
11. Martínez, R. G. & Villar, L. M. A. (2004). Estudio descriptivo del uso de drogas en adolescentes de educación media superior de la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. *Revista Latinoamericana de Enfermería*, 12, 391-397.
12. Nebot, M., Tomás, Z., Ariza, C., Valmayor, S., López, M. J. & Juárez, O. (2004). Factores asociados con el inicio del tabaquismo: seguimiento a los 3 años de una cohorte de escolares. *Archive of Bronconeumology*, 40(11), 495-501.
13. Riquelme, P. N. B., Fraile, D. C. G. & Pimienta, C. A. M. (2005). Influencia del consumo de sustancias psicoactivas en el ámbito familiar sobre la autoestima de escolares. *Revista Latinoamericana de Enfermería*, 13, 798-805.
14. Otsuki, T. A. (2003). Substance use, self-esteem, and depression among Asian American adolescents. *Journal of Drug Education*, 33(4), 369-390.
15. Téllez, J., Cote, M., Savogal, F., Martínez, E. & Cruz, U. (2005). Identificación de factores protectores en el uso de sustancias psicoactivas en estudiantes universitarios. Recuperado el 30 de Septiembre de 2005, <http://www.revmed.unal.edu.co/revistafm>
16. Wild, L. G., Flisher, A. J., Bhana, A. & Lombard, C. (2004). Substance abuse, suicidality, and self-esteem in south african adolescents. *Journal of Drug Education*, 34(1),1-17.
17. Elashoff, D. J., Dixon, J. W., Crede, M. K. & Fotheringham, N. (2000). n'Query Advisor Program, version 4.0.
18. Nuño-Gutiérrez, B. L., Álvarez-Nemegyei, J., Madrigal-de León, E. & Rasmussen-Cruz, B. (2005). Prevalencia y factores asociados al consumo de tabaco en adolescentes de una preparatoria de Guadalajara, Jalisco México. *Salud Mental*, 28(5), 64-70.
19. Reddy-Jacobs, C., Téllez-Rojo, M. M., Meneses-González, F., Campuzano-Rincón, J. & Hernández-Ávila, M. (2006). Pobreza, jóvenes y consumo de tabaco en México. *Salud Pública de México*, 48(1), 83-90.
20. Urquieta, J. E., Hernández-Ávila, M. & Hernández B. (2006). El consumo de tabaco y alcohol en jóvenes de zonas urbanas marginadas de México. Un análisis de decisiones relacionadas. *Salud Pública de México*, 48(1), 30-40.
21. Rodríguez, L., Díaz, F. J. & Nájera, M. M. (2005). Génesis del alcoholismo en estudiantes adolescentes. *Revista Digital EF y Deportes*.10 (80). Recuperado el 30 de Septiembre de 2005 de, <http://www.efdeportes.com/>
22. Cañuelo, H. B. (2001). El abordaje del alcoholismo en función de los patrones de consumo. En J. García (De), *Manual de estudios sobre alcohol* (pp. 365 – 399).
23. Navarro, H. M. & Pontillo, Ch. V. (2005). Autoestima del adolescente y riesgo de consumo de alcohol. Recuperado el 18 de Agosto de 2005 de, <http://www.encolombia.com/medicina/enfermeria/enfermeria5102-autoestima.htm>.
24. Martínez, G. J. M. & Robles, L. L. (2001). Variables de protección ante el consumo de alcohol y tabaco en adolescentes. *Psicothema*, 13(2), 222-228.



UN MODELO PARA ESTUDIAR LA ACCIÓN DE LA QUIMIOTERAPIA EN TUMORES CANCEROSOS

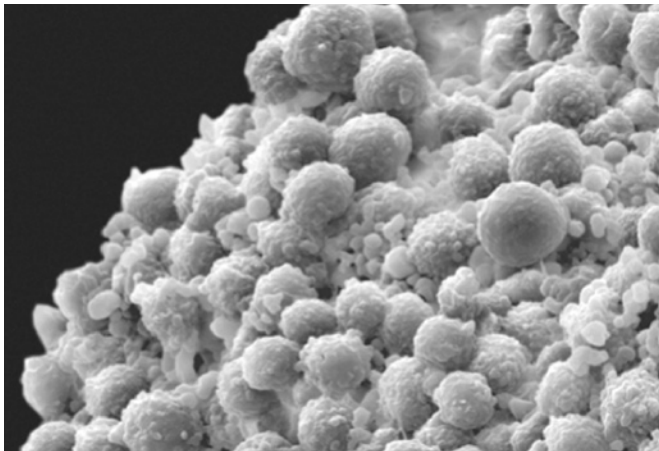
ARNULFO CASTELLANOS MORENO, ADALBERTO CORELLA MADUEÑO, SERGIO GUTIÉRREZ LÓPEZ, RODRIGO ARTURO ROSAS BURGOS

En este artículo presentamos a nivel de divulgación un modelo matemático de tumores cancerosos que hemos desarrollado en el cuerpo académico de física teórica, en el Departamento de Física de la Universidad de Sonora. En esencia, las conclusiones del mismo son las siguientes: 1) logramos predecir que un paciente sin atención quimioterapéutica, o con dosis muy pequeñas, fallece. 2) Se logra concluir que las dosis excesivamente altas también son fatales, o bien, debilitan tanto al paciente que lo dejan indefenso a merced de cualquier infección, y 3) lo que consideramos el resultado más importante, se demuestra que el riesgo de recaer en la misma enfermedad permanece latente aún cuando se administran las dosis adecuadas de quimioterapia. Los resultados obtenidos reproducen el conocimiento obtenido en investigaciones médicas, en las cuales se concluye que los pacientes con cáncer desarrollan metástasis después de periodos de estado encubierto que van desde años hasta décadas. Un estado de progresión del cáncer en el que está presente una enfermedad residual pero sin presentación de síntomas [1]. Queremos hacer ver que el cero macroscópico de células cancerosas podría ser insuficiente para garantizar que la enfermedad no aparecerá de nuevo.

DR. ARNULFO CASTELLANOS MORENO
Correo: acastell@correo.fisica.uson.mx
DR. ADALBERTO CORELLA MADUEÑO
Correo: corella@correo.fisica.uspn.mx
MC. SERGIO GUTIÉRREZ LÓPEZ
sgutier@fisica.uson.mx
DR. RODRIGO ARTURO ROSAS BURGOS
Correo: rodrigo.rosas@correo.fisica.uson.mx
DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE
LA UNIVERSIDAD DE SONORA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

Nuestro trabajo consiste en modelar cómo interaccionan entre sí dos poblaciones diferentes, una de ellas son las células cancerosas, y la otra, son los linfocitos que tratan de combatirlos. ¿Qué es una célula cancerosa? Las células de un organismo vivo tienen dos mecanismos para mantener saludable un tejido, uno de ellos consiste en reparar el ADN siempre que sea posible, el otro consiste en destruir las células mediante la apoptosis cuando el daño al ADN es muy severo. Se trata de un sistema de muerte programada de las células. Cuando ocurren algunas clases de mutaciones, puede llegar a suprimirse el proceso de autodestrucción celular, tal que, junto con una combinación de cambios en la célula, aparece una sección de tejido canceroso. Este proceso de degradación del tejido está relacionado con la ausencia de apoptosis, de modo que se trata de células que no pueden morir porque han perdido el mecanismo para ese fin, en consecuencia, se trata también de una sección del tejido que no puede renovarse. Por otra parte, los linfocitos son células de los organismos vivos especializadas en defenderlo, se producen como un sistema automático del ser vivo y se renuevan cuando han envejecido. Ante la presencia de agentes extraños, su producción debe incrementarse, pero en cambio, cuando se trata de un ser vivo muy debilitado, ésta producción tiende a disminuir junto con el deterioro del resto de signos vitales



Entendemos que un tratamiento quimioterapéutico consiste en introducir, en la región donde vive el tumor, un sistema de agentes químicos que son tóxicos para las células cancerosas, y aunque también lo son para los linfocitos, les afecta en una medida mucho menor.

El modelo que desarrollamos no tiene dependencia espacial, lo cual es posible sólo si tratamos con porciones del tumor lo suficientemente pequeñas como para que la densidad de poblaciones de ambos tipos de células no cambie de manera apreciable. Suponemos, además, que no hay flujo externo significativo de células cancerosas ni de linfocitos.

HISTORIA BREVE DE LOS MODELOS PARA TUMORES CANCEROSOS

Antes de continuar cabe aclarar cuál es la magnitud de esta última hipótesis. Si revisamos la historia de los tratamientos matemáticos acerca de tumores cancerosos, encontramos que el esfuerzo por capturar en un modelo matemático la dinámica de las sustancias químicas y de las densidades de células involucradas en el desarrollo de tumores cancerosos data, al menos, desde 1955, con un trabajo acerca de la estructura celular en cáncer pulmonar bajo acción radioterapéutica [2]. Después de 1980 la cantidad de trabajos que tratan de describir la dinámica celular relacionada con tumores cancerosos crece en forma muy significativa [3].

La observación de la evolución en el tiempo indica que el conjunto inicial de células cancerosas forman un tejido avascular, es decir, carente de vasos sanguíneos, y miden solo unos pocos milímetros de extensión. A raíz de la ausencia de nutrientes las capas internas del tumor recién nacido mueren, pero a partir de ese hecho, la masa tumoral inicia un proceso de liberación de reguladores angiogénicos que se difunden en el tejido circundante y generan una cascada de sucesos que dan lugar a la generación de vasos sanguíneos que alimentan al tumor.

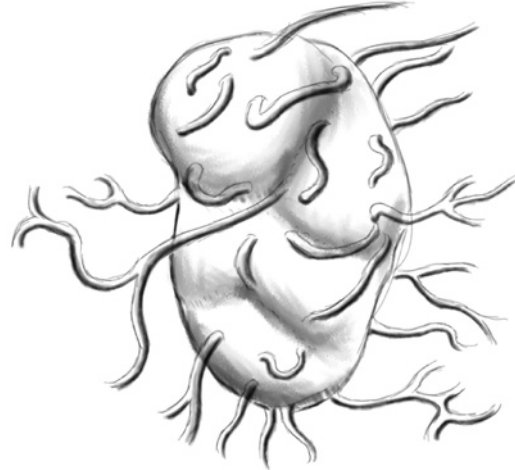


Figura 1. Dibujo de un tumor vascularizado. Los vasos sanguíneos crecen y se enredan en forma desordenada.

Una vez vascularizado, el tumor puede mantenerse compacto, en cuyo caso se trata de un tumor localizado susceptible de ser retirado por medios quirúrgicos, o destruido por medio de radiación. Por el contrario, cuando el tumor vascularizado invade el tejido adyacente y adquiere mutaciones que permiten a las células navegar a través de los vasos sanguíneos, se trata de un tumor que hace metástasis, dispersándose por los torrentes sanguíneo y linfático. Así, las células cancerosas logran situarse en otras partes del cuerpo [4].

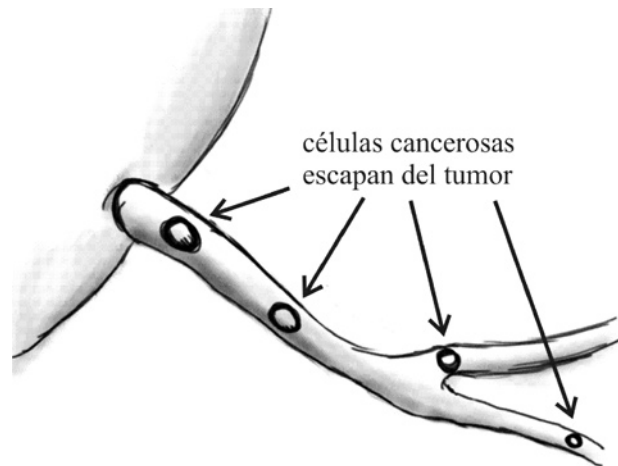


Figura 2. Dibujo de células de tumores cancerosos escapando hacia el torrente sanguíneo. El grosor de los vasos es exagerado

Las capas de vascularización constituyen, además, un obstáculo para el flujo de fármacos dirigidos a destruir las células cancerosas. Es un proceso de difusión espacial en el cual la sustancia administrada tiene que difundirse a través de tejido caóticamente vascularizado, sobrevivir

a mecanismos intracelulares que cumplen la función de desintoxicar a las células y finalmente ligarse a los blancos celulares hacia los cuales es dirigido, conservando, además, los niveles de concentración citotóxica adecuados [5].

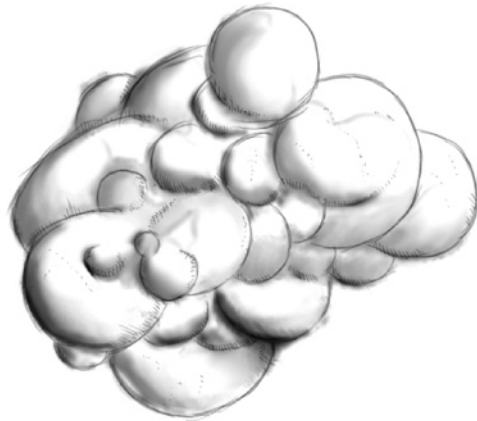


Figura 3. Dibujo a mano alzada de un tumor localizado en un pulmón.

Un problema a modelar es cómo la sustancia citotóxica salta la barrera vascular para alcanzar las células cancerosas. Otro más es el que consiste en comprender cómo se reproducen las células en el tumor, bajo la hipótesis de que el entendimiento de su dinámica ayudará a descubrir de qué manera tratar de destruirlo. En este sentido, Liu et al. [6] han desarrollado un modelo que considera las distintas fases de reproducción celular en el crecimiento de tumores, introduciendo tiempos de retardo entre las distintas fases y su capacidad de interacción con las células cancerosas.

En el esfuerzo por tratar de entender el desarrollo de los tumores, Kohandel et al. [7] estudian un modelo matemático que toma en cuenta el crecimiento del tumor, así como los efectos de la quimioterapia y la cirugía. Con el mismo fin, Norris, King y Byrne [8] enfocan el problema con un solo agente anticancerígeno actuando sobre una población unicelular, que se reproduce y muere con tasas dependientes de la concentración del fármaco. Ellos prestan especial atención a la cinética de diferentes fármacos y su acción sobre el tumor, incluyen movimiento celular e incorporan un campo de velocidades dentro del tumor.

Tratando de proponer estrategias en el uso de la quimioterapia, Ledzewicz y Schattler [9] han realizado simulación numérica para considerar un sistema de control de dosis en el que se alterna la administración del fármaco con periodos de descanso y encuentran que los resultados son mejores que cuando se hace una aplicación continua de la quimioterapia. También con el propósito de encontrar mejores estrategias para los tratamientos quimioterapéuticos, Panovska et al. [10] han hecho simulaciones numéricas con las que estudian la forma en que se desarrolla un tumor antes y después de la aplicación de una dosis de quimioterapia, encuentran que los fármacos que logran destruir la capa vascularizada del tumor no lo eliminan por completo, de tal modo que éste sobrevive en forma avascular. Sus resultados sugieren que sería apropiada una combinación de terapia antiangiogénica con otra que sea destructiva de la capacidad reproductiva de las células cancerosas. Las terapias antiangiogénicas son las que llevan como propósito detener el proceso de vascularización del tumor, o también, provocar su destrucción. En cambio, las que son citotóxicas buscan destruir directamente las células cancerosas. Kohandel y colaboradores [11] también han concluido que es más adecuada una combinación de terapias antiangiogénicas con terapias citotóxicas que impidan la vascularización, en el caso de la primera, y que destruyan a las células

cancerosas, en el caso de la segunda.

Los trabajos anteriores han sido desarrollados con base en modelos espaciales, los cuales se han sucedido al menos desde 1987, con el trabajo de J. A. Adams [12]. Estos tienen la ventaja de que pueden considerar no solamente la distribución espacial del tumor, sino además su proceso de vascularización, el flujo de sangre hacia el tumor y su adaptación al transporte de oxígeno, su interacción con los tejidos normales, el desarrollo microscópico de la metástasis y la migración celular a través de sus fronteras (ver por ejemplo [13], [14] y [15]).

La historia nos dice que, de manera general, se ha depositado la esperanza en los modelos espaciales, que requieren ser descritos mediante ecuaciones en derivadas parciales. Sin embargo, nosotros podemos argumentar a favor de que varias de las respuestas típicas de los tumores sometidos a acciones quimioterapéuticas pueden ser capturadas mediante modelos estocásticos más simples, en los que no se considera la distribución espacial azarosa de los tumores, pero en cambio sí se logra incorporar el carácter aleatorio de los procesos de reproducción y defunción celular, así como el de la interacción entre células cancerosas y linfocitos.

Planteamos como objetivo un modelo aplicable a una porción suficientemente pequeña de un tumor, de tal modo que las modificaciones espaciales en las densidades de linfocitos y de células cancerosas resultan irrelevantes. Así, logramos proponer una dinámica celular en la cual las tasas de nacimiento y defunción dependen del número de individuos de las poblaciones en interacción. Nuestros resultados nos llevan a la conclusión anunciada al inicio de este artículo, pues hay elementos para suponer que existe el peligro de que la enfermedad se presente otra vez.

¿Pero qué es una conducta aleatoria? Con la figura que sigue ilustramos de qué se trata. Son las fluctuaciones en torno a una tendencia determinista de una magnitud física. En la ordenada (eje vertical) representamos la medida de alguna magnitud física cuya conducta es aleatoria a través del tiempo, que se presenta en la abscisa (eje horizontal). Al transcurrir los segundos, los puntos se mueven al azar, pero lo hacen en torno a un valor promedio que se puede calcular mediante un procedimiento estadístico y que presentamos mediante una línea continua.

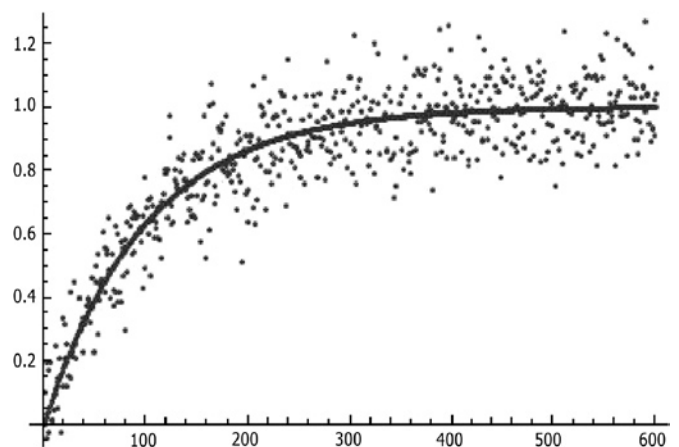


Figura 4. Si en la horizontal medimos segundos y en la vertical una magnitud con conducta aleatoria, la curva continua ilustra una conducta promedio y los puntos las mediciones distribuidas al azar.

Un aspecto fundamental es que la conducta aleatoria alrededor de un promedio puede tener diferentes propiedades estadísticas, por ejemplo en la figura que sigue presentamos un fenómeno en el que la curva determinista es igual, pero la desviación estándar es un décimo del ejemplo anterior. Puede apreciarse que los puntos no se alejan tanto de la curva.

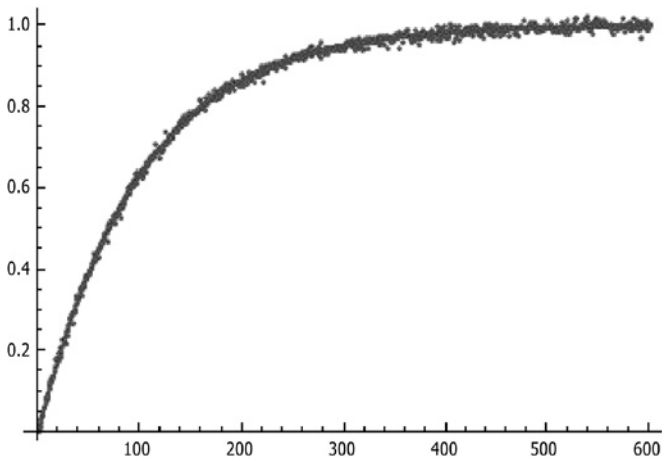


Figura 5. Fenómeno con conducta aleatoria. Desviación estándar pequeña. En la horizontal medimos segundos y en la vertical una magnitud con conducta aleatoria, de nuevo, la curva continua ilustra una conducta promedio y los puntos las mediciones distribuidas al azar.

Sabiendo lo anterior, podemos explicar que lo que hacemos en nuestro trabajo es recuperar, replantear y mejorar, un modelo estocástico para tumores cancerosos desarrollado por uno de los autores hace varios años [16]. Ese trabajo permitió reproducir un modelo analítico utilizado por González, Quintanar y Ortiz [17], y además, hizo ver que las fluctuaciones estocásticas juegan un papel importante en la proporción de células cancerosas y de linfocitos que las combaten.

En el trabajo que relatamos aquí, se aborda un problema semejante, pero agregamos una forma de modelar el tratamiento a base de quimioterapia, además, no se postulan las tasas de transición, sino que se construyen mediante análisis combinatorio utilizando un modelo de urna de uso común en la modelación de reacciones químicas [18]. También logramos hacer un estudio más profundo de la conducta estadística de las fluctuaciones aleatorias con el fin de estudiar la estabilidad microscópica de los estados físicos que macroscópicamente son considerados como estables.

DETALLES DEL MODELO

La hipótesis básica consiste en dividir al tumor en un conjunto de muchas porciones, tal que el volumen de cada una de ellas es lo suficientemente pequeña como para considerarla homogénea en el número de células cancerosas y de linfocitos que las combaten.

La porción del tumor se modela como si estuviera dividido en Ω pequeñas cajas, tan pequeñas que apenas pueden contener 1 ó 0 células. Existen N de esas cajitas conteniendo el mismo número de células cancerosas (especie A) y M cajitas conteniendo ese número de linfocitos (especie B). Además, hay E cajitas vacías, que en el caso de las células cancerosas puede ser la matriz extracelular.

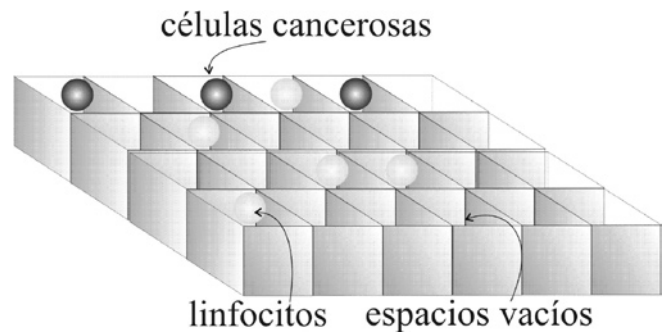


Figura 6. Cada porción del tumor es modelada como si consistiera de cajitas ocupadas con células cancerosas o linfocitos más espacios desocupados.

Para realizar el análisis combinatorio supongamos una gran caja conteniendo $\Omega=N+M+E$, bolas de los siguientes colores: oscuro para la especie A, blanco para la especie B, y un pentágono iluminado para las cajitas vacías.

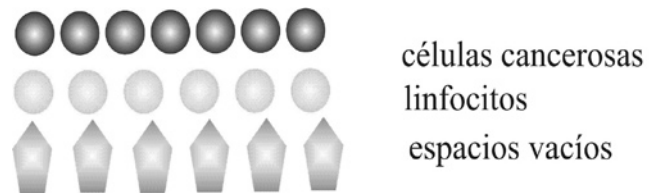


Figura 7. Hay Ω cajitas, N células cancerosas (bolas oscuras) y M linfocitos (bolas blancas). Además de E espacios vacíos (pentágonos iluminados)

La dinámica de estas dos poblaciones es modelada mediante la ejecución de una acción que consiste en extraer bolas de la cajita, tal que se consideran tres clases de eventos distintos: que aparezcan dos, o una, o tres bolitas al accionar algún procedimiento para extraer objetos del conjunto de cajitas. Nuestro modelo se basa en el conjunto siguiente de procesos posibles que presentan todas las interacciones entre las especies:

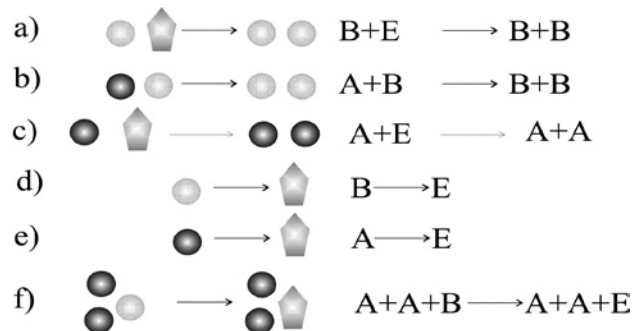


Figura 8. Existen siete tipos de interacción distintas. Uno de los incisos, el (d), incluye dos formas distintas: muerte natural del linfocito, o muerte por daño colateral de la quimioterapia. Las demás son: a) reproducción de linfocitos, b) activación de producción de linfocitos y combate de células cancerosas, c) reproducción de células cancerosas, e) muerte de células cancerosas por aplicación de quimioterapia, f) muerte de linfocitos por debilitamiento del enfermo ante la proliferación de células cancerosas.

Si al accionar el mecanismo de extracción salen dos objetos, pueden ocurrir tres procesos distintos, que son los listados en los incisos (a), (b) y (c) de la figura. Para el cálculo de la probabilidad se refiere a la extracción de: a) una bola blanca y un pentágono iluminado, b) una bola oscura y una blanca, y c) la extracción de una bola oscura y un pentágono iluminado. El primero corresponde a la reproducción de la especie B (linfocitos) como actividad natural del organismo. El segundo se refiere a la reproducción de la especie B (linfocitos) activada por el organismo que detecta a la especie A (células cancerosas), debido a que desaparece la célula cancerosa, contempla también el combate de linfocitos contra ellas. El tercero se refiere a la reproducción de la especie A (células cancerosas), siempre y cuando exista un espacio vacío disponible.

Si al accionar el mecanismo de extracción sale un objeto, pueden ocurrir dos procesos, d) que se trate de una bola blanca, o e) que se trate de una bola oscura. Si es pentágono iluminado se desecha regresándolo a la caja para continuar con la actividad. El inciso (d) puede ocurrir de dos formas esencialmente distintas: una es que se trate de muerte natural de la especie B (linfocitos), lo cual se refiere a la apoptosis, otra es que la célula muera como efecto colateral de la quimioterapia. El inciso (e) se puede deber únicamente a la acción quimioterapéutica, ya que las células cancerosas no se mueren de manera natural.

Si al accionar el mecanismo de extracción aparecen tres, se acepta únicamente si se trata de dos bolas oscuras y una blanca, las otras opciones se desechan regresando todo a la caja para continuar. Nótese que la presencia de dos bolas oscuras y una blanca da lugar a la desaparición de la bola blanca, lo cual corresponde al efecto de debilitamiento del organismo como consecuencia del exceso de células cancerosas y la caída en la cantidad de linfocitos.

El problema puede ser abordado mediante una técnica matemática de los procesos estocásticos que se llama: procesos de un paso. Debido a que las tasas de transición no son lineales en los números N y M de individuos de cada especie, el enfoque requiere de alguna clase de aproximación. Lo que nosotros hemos hecho es utilizar un tratamiento inventado por Nikolai van Kampen, un físico holandés, razón por la cual se llama desarrollo omega de van Kampen. Tiene la virtud de que nos proporciona un sistema de dos ecuaciones diferenciales ordinarias y acopladas, para las curvas deterministas, y una ecuación de Fokker-Planck que nos permite estudiar las fluctuaciones en torno al promedio.

RESULTADOS DEL MODELO DE TUMORES CANCEROSOS

En este artículo solamente diremos que las ecuaciones diferenciales pueden ser resueltas mediante algún método numérico, lo cual nos proporciona la evolución en el tiempo de las densidades de células cancerosas y de linfocitos presentes en la porción de tumor que hemos considerado desde un principio. El término que modela la quimioterapia corresponde al proceso del inciso (e), y cuando este es cero, la solución de las ecuaciones se puede representar en una gráfica como la que sigue:

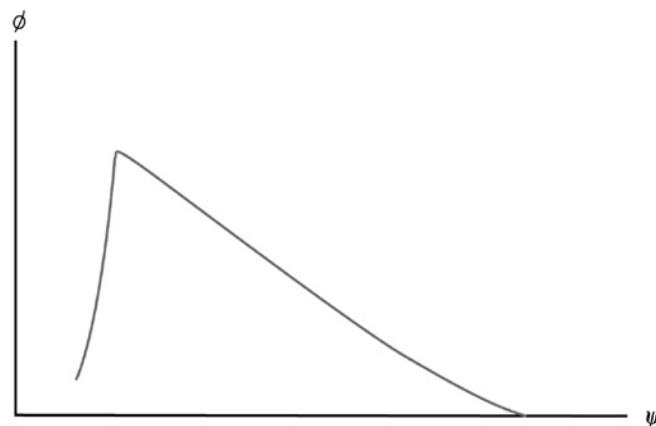


Figura 9. Evolución de las densidades de linfocitos (eje vertical) y células cancerosas (eje horizontal) sin quimioterapia. El estado inicial es el extremo izquierdo de la curva y el estado final es el extremo derecho, que pertenece a la región de resultados fatales.

En el eje vertical se cuenta la densidad de linfocitos y en la horizontal la densidad de células cancerosas. El estado inicial es el extremo de la curva que se encuentra más cerca del origen y el estado final es el extremo que se encuentra al lado derecho, pegado a la línea horizontal. Significa que la densidad evolucionó desde un estado enfermo con pocos linfocitos y pocas células cancerosas, la curva crece hacia arriba hasta el pico que podemos apreciar e indica que durante un tiempo el paciente luchó contra la enfermedad incrementando el número de linfocitos, pero sin conseguir la disminución de las células cancerosas; después del pico se ve un avance hacia la derecha, que corresponde a la disminución paulatina de linfocitos y el incremento de las células cancerosas. El final corresponde a un resultado fatal y la región de la derecha, pegada al eje horizontal, le llamamos región de resultados fatales.

Cuando se aplica e incrementa la quimioterapia, la solución a las ecuaciones, representada en gráfica, ofrece la curva que sigue:

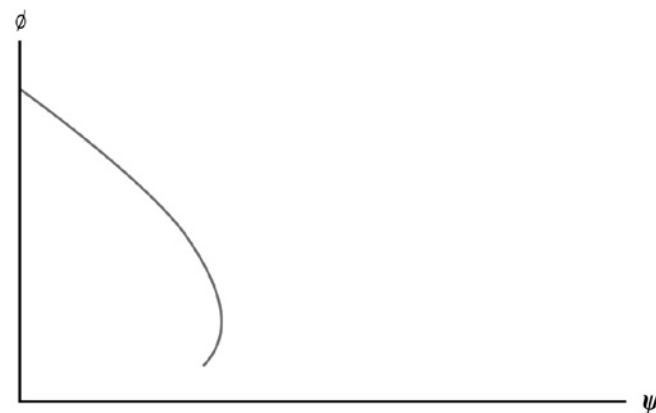


Figura 10. . Evolución de las densidades de linfocitos (eje vertical) y células cancerosas (eje horizontal) con quimioterapia. El estado inicial es el extremo inferior de la curva y el estado final es el extremo superior, que pertenece a la región de resultados saludables.

El extremo inferior de la curva, cercano al eje horizontal, es el punto de partida, mientras que el extremo superior, pegado a la línea vertical,

es el final. Esto se lee de la forma siguiente: se parte desde un estado enfermo con aplicación de quimioterapia y al principio se incrementa el número de linfocitos y también el de células cancerosas, sin embargo, al pasar el tiempo se sigue incrementando el número de linfocitos pero el de células cancerosas empieza a disminuir, terminando en un estado macroscópico de cero células cancerosas y una cantidad importante de linfocitos. Este es un resultado favorable para la salud del paciente y la región superior izquierda, pegada al eje horizontal, recibe el nombre de región de resultados saludables.

Sin embargo, la cantidad de quimioterapia que se puede aplicar tiene sus limitaciones. Si ésta es demasiada, la situación que predice el modelo está representada en la siguiente gráfica:

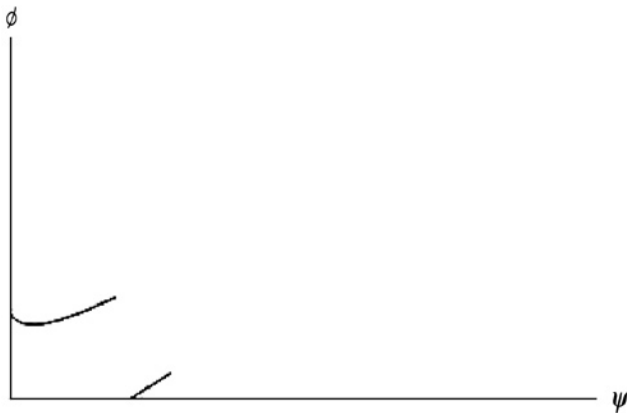


Figura 11. Dos ejemplos de evolución de las densidades de linfocitos (eje vertical) y células cancerosas (eje horizontal) con quimioterapia excesiva. Los estados iniciales se encuentran hacia la derecha. La curva superior evoluciona hacia un estado de cero células cancerosas y muy pocos linfocitos. La curva inferior termina en cero linfocitos y se clasifica dentro de la región de resultados fatales.

En este caso tenemos dos curvas, correspondientes a dos estados iniciales diferentes. En el caso de la curva superior, el extremo de la derecha es el estado inicial del paciente, con una densidad de linfocitos y de células cancerosas, mientras que el estado final es el extremo izquierdo de dicha curva, pegado al eje vertical, lo cual indica que las células cancerosas llegaron macroscópicamente a cero, pero con una densidad de linfocitos muy baja. En el caso de la curva inferior, el estado inicial es el extremo superior derecho de la curva y el estado final es el que está pegado al eje horizontal, lo cual demuestra que el número de linfocitos del paciente termina siendo cero, pero con la presencia de células cancerosas. Claramente se trata de un resultado fatal.

Aparentemente, la conclusión del modelo es satisfactoria desde el punto de vista macroscópico. Basta aplicar la cantidad adecuada de quimioterapia para cada paciente y el tumor desaparece.

Usamos la palabra “aparentemente” porque, en realidad, las densidades de linfocitos y de células cancerosas del modelo tienen una parte macroscópica que se conduce como ya hemos explicado, más otra microscópica que se conduce de acuerdo a una densidad de probabilidad que se puede calcular. Si se resuelve el problema matemático, se encuentra que los estados finales son una colección aparentemente sin sentido de puntos, a continuación planteamos un ejemplo de puntos distribuidos al azar, conforme a cierta distribución de probabilidad.



Figura 12. Distribución de puntos al azar obedeciendo cierta regla de distribución estadística.

Cuando incluimos la conducta aleatoria en los resultados deterministas (curvas continuas) presentadas arriba, resulta que los estados finales con promedio en el estado final (0.75,0), que corresponde a 0.75 en la densidad de células cancerosas y cero en la densidad de linfocitos, es en realidad una colección de puntos como las presentadas en las siguientes gráficas:

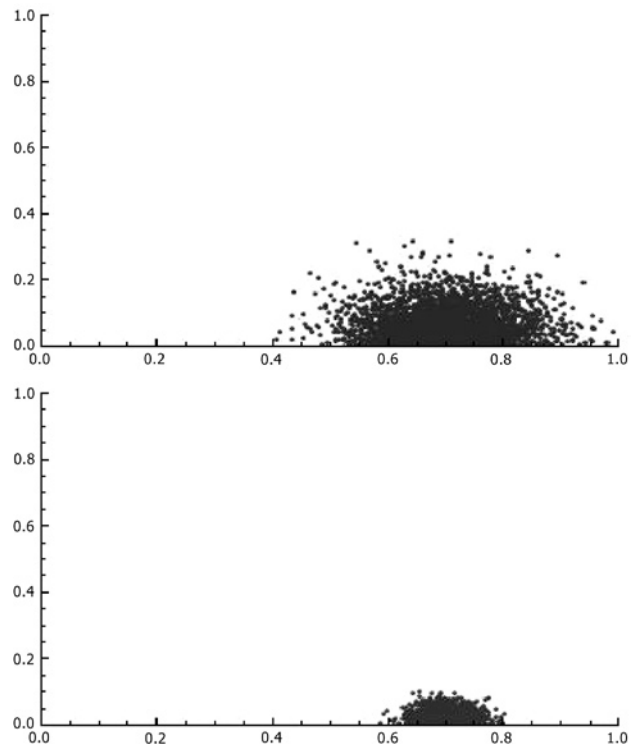


Figura 13. Distribución de estados finales en la región fatal. La gráfica superior corresponde a una desviación estándar muy grande mientras que la de la derecha resulta de una distribución con desviación estándar muy pequeña.

Los estados finales del cuadro de la izquierda están más dispersos porque su desviación estándar es mayor, en tanto que en el cuadro derecho es relativamente más pequeña.

El punto delicado es el que corresponde a pacientes dados de alta, como sería un ejemplo en el que el estado final corresponde a cero en la densidad de células cancerosas y 0.75 en la densidad de linfocitos, es decir, la pareja ordenada (0,0.75). En este caso tenemos los siguientes ejemplos

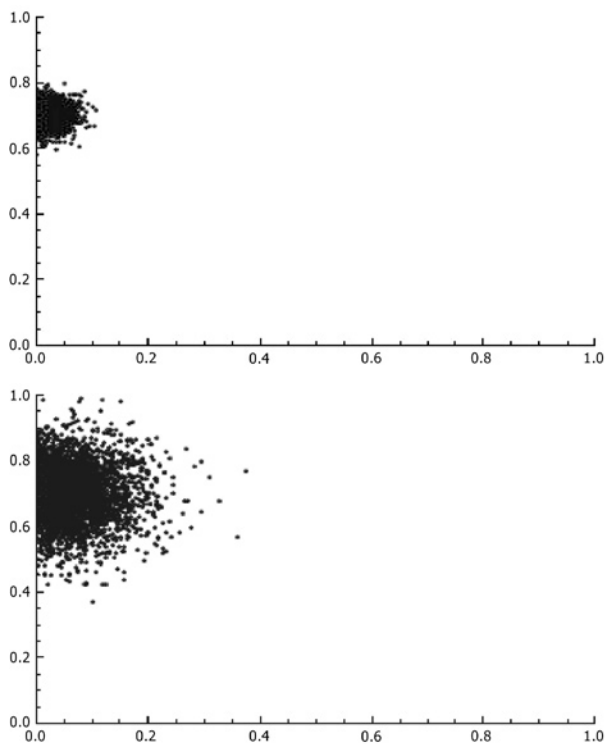


Figura 14. Distribución de estados finales en la región saludable. La gráfica de la izquierda corresponde a una desviación estándar pequeña y la de la derecha a una distribución con desviación estándar más grande. Según nuestro modelo, al pasar el tiempo la desviación estándar tiende a crecer alejando al estado de la región saludable.

En el cuadro de la izquierda los estados finales se distribuyen en torno a (0,0.75) y se observa una pequeña cantidad de puntos en los cuales la densidad de células cancerosas no ha desaparecido. En el cuadro de la derecha, con desviación estándar evidentemente mayor, hay una gran cantidad de puntos cargados hacia el lado derecho de la gráfica, alejándose de la zona de salud.

El problema que se detecta mediante el modelo que hemos desarrollado es el siguiente: en todos los casos, la desviación estándar tiende a crecer con el tiempo, es decir, tarde o temprano pasa de la situación presentada en la izquierda, a la presentada en la derecha. Por esa razón, siempre está presente el riesgo de que la mancha oscura avance hacia la región de resultados fatales.

En conclusión, encontramos que las ecuaciones macroscópicas admiten soluciones que llevan siempre a dos regiones distintas, independientemente de cuál sea su punto de partida, lo que en física se llama condiciones iniciales. Al ser siempre una de esas dos regiones la que alberga el estado final, se les asigna el nombre de estados atractores. Uno de ellos implica resultados fatales porque el enfermo muere, mientras que en el otro se alcanza un estado saludable. Sin embargo, a nivel microscópico es diferente, pues no es posible garantizar estabilidad debido a que las desviaciones estándar de las fluctuaciones aleatorias tienden a crecer. En esa circunstancia, la posibilidad de que el sistema

físico escape de la vecindad del atractor considerado como saludable permanece latente, lo cual se traduce en el peligro potencial de recaer en la misma enfermedad. Sin embargo, cabe hacer una aclaración final: la naturaleza del tratamiento matemático que hemos utilizado nos obliga a tomar los resultados con cuidado, pues en el régimen en que las fluctuaciones aleatorias empiezan a crecer, deja de ser aplicable el desarrollo omega de van Kampen [19] que hemos utilizado. En consecuencia, nuestra conclusión fundamental debe moderarse para afirmar, únicamente, que la estabilidad macroscópica no garantiza estabilidad a nivel microscópico.

REFERENCIAS

- [1] Aguirre-Ghiso, Models, mechanisms and clinical evidence for cancer dormancy, *Nat Rev Cancer*, 7, (2007), 1-14.
- [2] Thomlinson, R.H. y Gray, L.H., The histological structure of some human lung cancers and the possible implications for radiotherapy. *Br. J. Cancer*, 9, (1955), 539-549.
- [2] Ver por favor el servicio de ISIWeb, que registra 5 722 artículos desde 1981 hasta octubre de 2008, con 2 769 artículos (48.39% de ellos) en los últimos cinco años, y de estos últimos, 588 trabajos (más de 20%) en los primeros tres trimestres de 2008.
- [3] Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P., *Molecular Biology of the Cell* (4th edition), Garland Science, NY, USA 1313-1362 (2002).
- [4] Jain, R. K., Delivery of molecular medicine to solid tumors: lessons from in vivo imaging of gene expression and function. *J. Control Release* 74, (2001), 7-25.
- [5] Liu, W., Hillen, T., y Freedman, H.I., Therapy including the $g(0)$ phase and immunoresponse, *Math. Biosci. Eng.* 4, (2007), 239-259.
- [6] Kohandel, M., Sivaloganathan, S., y Oza, A., Mathematical modeling of ovarian cancer treatments: Secuencing of surgery and chemotherapy, *J. Theor. Biol.* 242, (2006), 62-68.
- [7] Norris, E.S., King, J.R., y Byrne, H.M., Modelling the response of spatially structured tumours to chemotherapy: Drug kinetics, *Math. Comp. Modelling* 43, (2006), 820-832.
- [8] Ledzewicz, U. y Schattler, H., Optimal control of a model with pharmacokinetics maximizing bone marrow in cancer chemotherapy, *Math. Biosci.* 206, (2007), 320-342.
- [9] Panovska, J., Byrne, H. M., y Maini P. K., A theoretical study of the response of vascular tumours to different types of chemotherapy, *Math. Comp. Mod.* 47, (2008), 560-589.
- [10] Kohandel, M., Kardar, M., Milosevic, M., y Sivaloganathan S., Dynamics of tumor growth and combination of anti-angiogenic and cytotoxic therapies, *Phys. Med. Biol.* 52, (2007), 3665-3677.
- [11] Adam, J.A., A mathematical model of tumor growth II. Effects of geometry and spatial nonuniformity on stability, *Math. Biosciences* 86, (1987), 183-211.
- [12] Alarcón, T., Byrne, H.M., y K. Maini, A multiple scale model for tumor growth, *Multiscale Model. Simul.* 3, (2005), 440-475
- [13] Bloor, M.I.G., y Wilson, M.J., The non-uniform spatial development of a micrometastasis, *J. Theor. Med.* 2 (1999), 55-71.
- [14] Deisboeck, T.S., Demuth, T., y Maini, P.K., Correlating velocity patterns with spatial dynamics in glioma cell migration, *Acta Biotheoretica* 53 (2005), 181-190.
- [15] Castellanos-Moreno, A., Un modelo estocástico para la evolución de tumores cancerosos, *Rev. Mex. Fis.* 42, (1996), 236-249.
- [16] González, J.A., Quintanar Medina, L., y Ortiz Hernández, E., Investigación de modelos no lineales de evolución de tumores cancerosos, *Rev. Mex. Fis.*, 40 (1994), 616-626.
- [18] McKane A.J., y Newman T.J., Stochastic models of population dynamics and their deterministic analogs, *Physical Review E* 70, (2004), 041902.
- [19] Van Kampen, N.G., *Stochastic processes in physics and chemistry*, North-Holland (1992).



HEMODYNÁMICA

DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR POR MEDIO DE LA HIDRODINÁMICA

GUSTAVO VAZQUEZ POLO, RAUL ESPEJEL PAZ,
RICARDO RODRIGUEZ MIJANGOS

Si se unieran todos los vasos de la extensa red sanguínea, se podría dar con ellos casi dos vueltas y media alrededor de la tierra, por el ecuador.

La hemodinámica es la parte de la biofísica que estudia el flujo de la sangre en el sistema circulatorio, basándose en los principios físicos de la dinámica de fluidos. El sistema cardiovascular está formado por el corazón, la sangre y los vasos sanguíneos; cada uno desarrolla una función vital en el cuerpo humano. Aquí hablaremos sólo de una parte de la física involucrada en su funcionamiento. El lector interesado en el funcionamiento del sistema cardiovascular, puede obviar la mayoría de las ecuaciones y darse una idea aproximada.

DR. GUSTAVO VAZQUEZ POLO*, DR. ESPEJEL PAZ*, DR. RODRIGUEZ MIJANGOS**

* Instituto de Física, Departamento de Estado Sólido, UNAM, México

Correo: vazquez@fisica.unam.mx

**Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, México

Correo: mijangos@cajeme.cifus.uson.mx

EL FUNCIONAMIENTO DEL CORAZÓN

Comenzaremos la descripción del funcionamiento del corazón considerando la sangre que sale al resto del cuerpo, por el lado izquierdo del mismo. La sangre es bombeada por la contracción de los músculos cardiacos del ventrículo izquierdo a una presión de casi 125 mm. de Hg (unidad de presión: mm. de mercurio) (Figura 1).

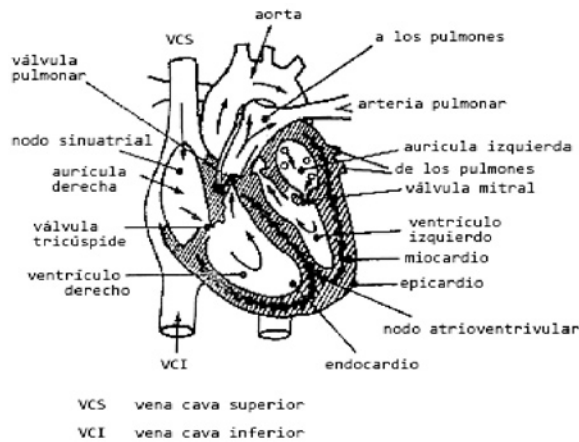


Figura 1

La función principal del sistema circulatorio (Figura 2) es transportar materiales en el cuerpo: la sangre recoge el oxígeno en los pulmones, y en el intestino recoge nutrientes, agua, minerales, vitaminas y los transporta a todas las células del cuerpo a través de un sistema de arterias que son cada vez más pequeñas (arteriolas) y que finalmente se convierten en una malla muy fina de vasos capilares, es en ellos donde la sangre suministra el O₂ a las células y recoge productos de desecho, como el bióxido de carbono, y llevados a diferentes órganos para ser eliminados, como pulmones, riñones, intestinos, etcétera..

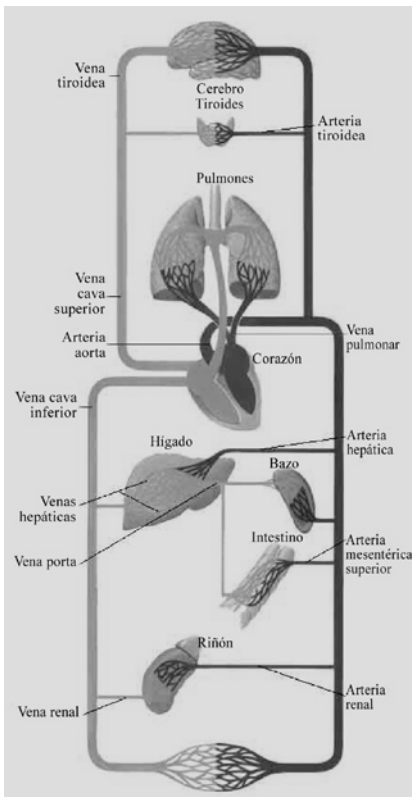


Figura 2

ARTERIAS: Las arterias transportan sangre rica en oxígeno desde el corazón hasta los tejidos y órganos de su cuerpo, como el cerebro, los riñones y el hígado. Al llevar sangre con oxígeno, las arterias parecen rojas. La sangre fluye por las arterias con mucha fuerza. Por ello, las paredes de las arterias son gruesas y flexibles esto ayudan a proteger las arterias contra los daños que puede producir una presión elevada, tienen un diámetro de 2.5 a 3.0 cm. aproximadamente.

VENAS: Las paredes de las venas son mucho más delgadas que las paredes de las arterias no tienen necesidad de ser tan gruesas ya que la sangre circula por las venas a baja presión.

CAPILARES: Los capilares son los vasos sanguíneos más pequeños y llevan la sangre desde y a cada célula de su cuerpo. Las paredes de los capilares son tan finas que las moléculas de oxígeno y los nutrientes pueden atravesarlas para pasar a las células del cuerpo. Los capilares son finísimos canales de diámetro variable de 7 a 30 micras situados entre las ramas terminales de las arterias y las ramas de origen de las venas.

VASOS SANGUÍNEOS

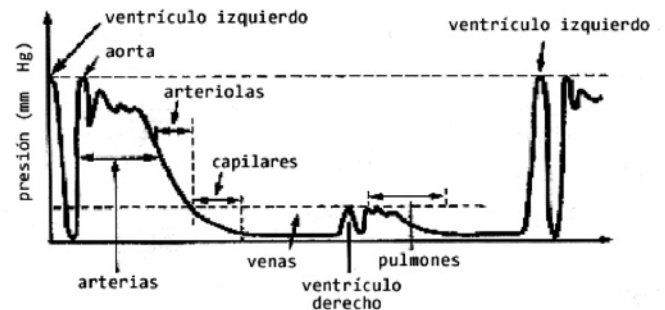
LOS VASOS SANGUÍNEOS son los conductos por los que circula la sangre. Hay tres clases: arterias, venas y capilares. La sangre sale del corazón por las arterias y llega a él por las venas.

Los capilares unen ambos vasos. La circulación es completa: del corazón a los tejidos, de éstos al corazón, de éste a los pulmones y nuevamente al corazón para volver, oxigenada, a los tejidos.

VENA	ARTERIA	CAPILAR
Las venas llevan sangre de los tejidos al corazón. Sus paredes son más delgadas que las arteriales.	Las arterias llevan sangre del corazón a los tejidos. Sus paredes son gruesas y expandibles.	Los capilares llevan la sangre al interior de los tejidos. Unen las arterias con las venas.

Si se unieran todos los vasos de la extensa red sanguínea, y se colocaran en línea recta, cubrirían una distancia equivalente a 96.500 Km.

De lo anterior, es obvio que el corazón realiza un trabajo. Las presiones de las dos bombas del corazón no son iguales: la presión máxima del ventrículo derecho llamada sístole es del orden de 25 mm de Hg, los vasos sanguíneos de los pulmones presentan poca resistencia al paso de la sangre. La presión que genera el ventrículo izquierdo es del orden de 120 mm de Hg, mucho mayor que la anterior, ya que la sangre debe viajar a todo el cuerpo. Durante la fase de recuperación del ciclo cardiaco o diástole, la presión típica es del orden de 80 mm de Hg. La gráfica de presión se muestra en la (Figura 3).



Presión arterial	{	Aorta	Sistólica 130 mm de Hg
		Arteria humeral	Sistólica 120 mm de Hg Diastólica 80 mm de Hg
Presión capilar	{	Capilar arterial	35 mm de Hg
		Capilar venosa	15 mm de Hg
Presión en las venas en general:		0 a 1 mm de Hg.	

Figura 3

Variación de la presión en el sistema circulatorio.

PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN

Las leyes de conservación de la masa (m), la energía (E) y el momento (M) explican el funcionamiento del aparato circulatorio.

a) Conservación de masa (m):

Es el principio más fundamental de estas tres leyes de conservación. Dentro de un fluido incompresible en movimiento, podemos definir un volumen de estudio de cualquier forma y tamaño (generalmente estos se corresponden con los del sistema); esto se llama volumen de control; debido a esta ley, la cantidad de fluido que entra al volumen de control es igual al que sale (Figura 4a y Figura 4b).

$$\begin{aligned} \text{Masa} &= \text{volumen} \times \rho & (1) \\ Q &= A \times v & (2) \end{aligned}$$

Siendo, la densidad (ρ), la velocidad (v) y el área (A).

En mecánica de fluidos una ecuación de continuidad es una ecuación de conservación de masa y es de gran utilidad en el cálculo de flujo volumétrico (Q), valor útil para conocer la severidad de las estenosis valvulares cardíacas.

Esta expresión expresa la idea de que la masa de fluido que entra por el extremo de un tubo debe salir por el otro extremo.

En un fluido en movimiento, las moléculas poseen una velocidad determinada, de manera que para conocer el movimiento del fluido, hace falta determinar en cada instante su correspondiente campo de velocidades. En dicho campo es donde se obtiene el llamado tubo de corriente. El tubo de corriente es, por tanto, el espacio limitado por las líneas de corriente que pasan por el contorno de una superficie, situada en el seno de un líquido.

Ecuación Continuidad

Si fluido es incompresible
 $\rho_1 = \rho_2$

◆ En caso de que líquido sea compresible...

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

Figura 4a

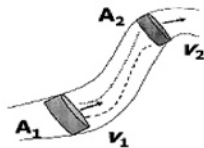
Si el fluido es incompresible la ecuación de continuidad tiene la siguiente forma

Ecuación Continuidad

◆ La masa de un fluido no cambia al fluir

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Si el fluido es incompresible, $A v$ tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo del tubo.



La razón de flujo de volumen tiene el mismo valor en todos los puntos de cualquier tubo de flujo.

Figura 4b

Conservación de la energía (E):

El movimiento de los fluidos Newtonianos también puede describirse en términos de lo que se conocen como la Ecuación de Bernoulli ecuación (3) y representada en la (Figura 5).

$$E = P + \rho g y_i + 1/2 \rho v_i^2 + R \quad (3)$$

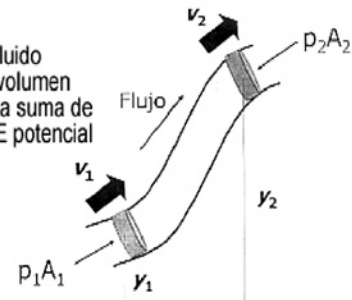
Comprende un componente de energía potencial o de presión (P_i), uno de energía gravitatoria ($\rho g y_i$), otro de energía cinética ($1/2 \rho v_i^2$) y otro de resistencia viscosa (R).

Siendo 1 y 2 los puntos que delimitan el volumen, (aquí se desprecia la resistencia del medio).

Ecuación Bernoulli

$$P_1 + \rho g y_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + 1/2 \rho v_2^2$$

"El trabajo efectuado por el fluido circundante sobre un volumen unitario del fluido es igual a la suma de los cambios de E cinética y E potencial por unidad de volumen que ocurre durante el flujo".



Dónde:

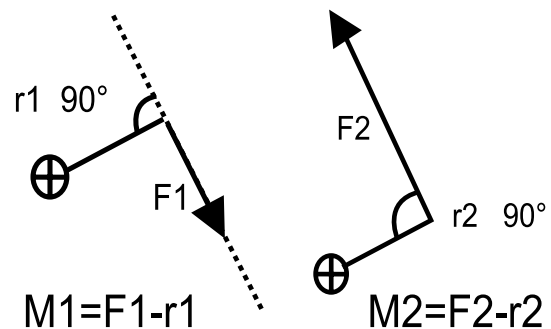
$P_{1,2}$ = presiones

$\rho g y_{1,2} + 1/2 \rho v_1^2$ = E potencial y E cinética para la masa entre 2 puntos.

Figura 5

b) Conservación del momento (M):

Se llama momento (M) de una fuerza respecto a un punto al producto de la fuerza (F) por la distancia (r) que separa el punto de la recta de aplicación de aquella.



(En la figura la cruz indica un vector momento perpendicular al plano)

Como ocurre con las otras dos leyes de la conservación, la tasa de momento que fluye dentro y fuera del volumen de control debe ser la misma. Esto se rige por la ecuación:

$$\frac{\text{Momento}}{\text{tiempo}} = \int a p v^2 dA \quad (4)$$

(A: área), la integral se calcula a lo largo del área de sección del flujo y por lo tanto es dependiente de la geometría del mismo.

La regurgitación valvular aórtica también denominada «insuficiencia valvular aórtica». Es cuando se produce un reflujo de sangre por una válvula aórtica dilatada o debilitada hacia la cavidad inferior izquierda del corazón. En la actualidad la medición de la variación del momento angular en el torrente sanguíneo está siendo aplicada en el estudio de las regurgitaciones valvulares.

FLUJO SANGUÍNEO

a) Viscosidad sanguínea y perfiles de flujo

La viscosidad de la sangre normal (η) es de aproximadamente $3,5 \times 10^{-2}$ Pascal-s. Cuanto mayor la viscosidad de un fluido, más se suaviza el movimiento del mismo. A bajas velocidades éste fluye a lo largo de líneas regulares; este patrón de flujo se llama laminar (se llama flujo laminar, al tipo de movimiento de un fluido cuando éste es perfectamente ordenado, estratificado, suave, de manera que el fluido se mueve en láminas paralelas sin entremezclarse si la corriente tiene lugar entre dos planos paralelos, o en capas cilíndricas coaxiales como, por ejemplo en un tubo venoso de sección circular.

La ecuación de Bernoulli (ecuación 3) no es aplicable en los casos en que la inercia y la resistencia viscosa significan una parte importante de la energía del sistema. En cavidades menores a 3,5mm de diámetro, en lesiones largas (mayores a 4cm) o cuando existen caídas de presión de menos de 70 mm Hg, la resistencia viscosa (R) es significativa, en estos casos, la ecuación de Poiseuille (ecuación 4) debe ser utilizada para cálculos de caída de presión.

Relación: Presión-Flujo

◆ Ley de Poiseuille

$$\dot{Q} = \frac{(P_1 - P_2) \pi r^4}{8 L \eta} \quad (4)$$

Cambios muy pequeños en r afectarán Q.

Poiseuille encontró que la velocidad del flujo entre dos puntos de un sistema conductor rígido, depende fundamentalmente de la diferencia de presión hidrostática entre dichos puntos y de la resistencia que el conductor (tubo) opone al flujo.

El flujo sanguíneo en las arterias es laminar, por lo tanto silencioso. En la presión arterial sistólica y diastólica, el flujo sanguíneo que pasa a través de una arteria comprimida produce un flujo turbulento. En el estudio del movimiento de los líquidos, el gasto o caudal es una cantidad importante. Poiseuille estudió el flujo de líquidos en un sistema conductor constituido por tubos rígidos, estableciendo ciertas normas. Estas son en su mayor parte aplicables también a la circulación, a pesar de que la sangre no es un líquido simple (tiene elementos figurados en suspensión) y que los vasos sanguíneos no son rígidos sino distensibles.

En general, la ley de Poiseuille sobreestima el flujo medio para un gradiente de presión, viscosidad sanguínea y diámetro vascular dados, especialmente en los pequeños vasos; sin embargo, los conceptos son cualitativamente correctos, sirviendo para la comprensión de las bases de la hidrodinámica y su estudio por técnicas como el Doppler. La energía necesaria para que el líquido viaje por los vasos debe vencer la

fricción interna de una capa sobre otra. Como el flujo sanguíneo tiene una viscosidad su comportamiento laminar o turbulento dependerá un valor crítico conocido como número de Reynolds, que es el cociente entre la fuerza inercial y la fuerza de fricción en un fluido, es un parámetro sin dimensiones que está relacionado con el comportamiento del fluido.

Número de Reynolds

◆ Es la medida de la tendencia a la turbulencia .

$$Re = \frac{v \times d}{\eta \rho}$$

Dónde:

v = velocidad (cm /seg)

d = diámetro (cm)

η = viscosidad (poises)

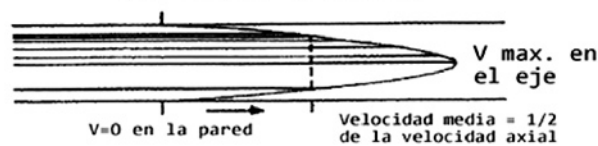
ρ = densidad

Número de Reynolds

◆ $Re > 200-400$: flujo turbulento en algunos vasos hasta que se pone liso y nuevamente se convierte en laminar.

◆ $Re > 2000$: siempre hay flujo turbulento no importando el tipo de resistencia vascular. Sucede en raíz de aorta y en las ramas arteriales principales.

1. FLUJO LAMINAR



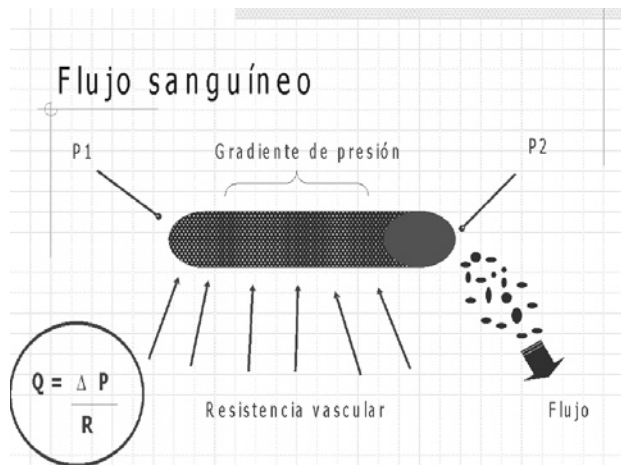
Velocidad del flujo en una arteria durante el flujo laminar

2. FLUJO TURBULENTO



La energía requerida para mantener una corriente turbulenta es mucho mayor que la necesaria para mantener una corriente laminar. La presión lateral ejercida sobre el tubo aumenta. Aparecen vibraciones que pueden ser detectadas como sonido por medio del efecto Doppler (efecto que se produce cuando una fuente sonora se mueve con relación a un observador). En la circulación humana normal el flujo es laminar, rara vez es turbulento, con excepción de la aorta y bajo condiciones de ejercicio intenso.

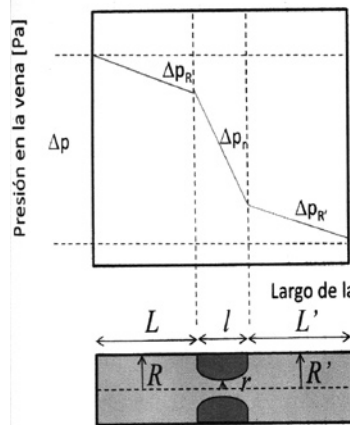
b) Relación de la ley de poiseuille con el flujo sanguíneo “en vivo”



La fricción viscosa produce una resistencia al flujo; para mantener un flujo estable a través de un vaso se produce una caída de presión a lo largo del mismo

$$R_i = P1 - P2 / Q \quad 4$$

Implica que la resistencia (R_i) al flujo, es directamente proporcional a la diferencia de presión e inversamente proporcional a la tasa volumétrica de flujo (Q).



$$Q = \frac{\Delta p_R}{R_R} = \frac{\Delta p_r}{R_r} = \frac{\Delta p_{R'}}{R_{R'}}$$

$$R_R \equiv \frac{8\eta L}{\pi R^4}$$

$$R_r \equiv \frac{8\eta l}{\pi r^4}$$

$$R_{R'} \equiv \frac{8\eta L'}{\pi R'^4}$$

Esto muestra que un pequeño cambio en el radio vascular produce grandes cambios en la resistencia al flujo; este concepto está claramente ligado al de “estenosis crítica” (En medicina, estenosis (del gr. στένωσις, “contraído”) es un término utilizado para denotar la estrechez o el estrechamiento de la luz de un orificio o conducto). Ya que una disminución del radio del vaso a la mitad precisa de un aumento de 24 (es decir ¡16 veces!) la presión para mantener el flujo constante, esto muestra lo importante de los cambios de la autorregulación que las pequeñas arterias tienen sobre el flujo sanguíneo. Por otro lado, frente a tubos de igual diámetro interno el componente que determina la resistencia es la viscosidad y esta en principio regulado por la ley de Poiseuille.

c) Ejemplo numérico para una persona normal

La Resistencia hidrodinámica es una propiedad de los vasos sanguíneos y del líquido que por ellos circula. Supongamos que el vaso sanguíneo es una arteria y que el líquido que circula es sangre. La viscosidad de la sangre a 37 grados centígrados es 2×10^{-3} Pa x seg. Entonces:

$$R_H = \frac{8 \cdot \eta \cdot L}{\pi \cdot r^4}$$

$$R_H = \frac{8 \times 0,002 \text{ Pa} \times \text{seg} \times 1 \text{ m}}{\pi \times (1/100 \text{ m})^4}$$

$$\rightarrow R_H = 509.295 \text{ Pa} \times \text{seg} / \text{m}^3$$

a) Calcular la potencia que debe tener un motor que pueda reemplazar al corazón en su función de bombear sangre.

b) Calcular el valor de la R_H para todo el sistema circulatorio

Datos:

Caudal que bombea el corazón: $q = 5$ litros/ min

Presión a la entrada de la vena cava = 1.000 pa.

Presión a la salida de la aorta = 13.000 pa.

El caudal que bombea el corazón en m^3 por segundo es:

$$Q = (5/1000) \text{ m}^3 / 60 \text{ seg} \rightarrow Q = 8,334 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{seg}.$$

La diferencia de potencial entre los 2 lados del corazón es:

$$\Delta P = 13.000 \text{ Pa} - 1.000 \text{ Pa} \rightarrow \Delta P = 12.000 \text{ Pa}$$

La potencia que genera el corazón : $\text{Pot} = Q \times \Delta P$

$$\text{Pot} = 8,334 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{seg} \times 12.000 \text{ N} / \text{m}^2 \rightarrow \text{Pot} = 1 \text{ Joule/seg}$$

$$\rightarrow \text{Pot} = 1 \text{ Watt}$$

El motor que reemplace al corazón tendría que tener una potencia aproximada de 1 Watt.

b) La resistencia hidrodinámica para todo el sistema circulatorio:

$$\text{Por ley de Poiseuille:} \quad \Delta P = Q \times R_H \\ R_H = \Delta P / Q$$

$$R_H = 12.000 \text{ Pa} / 8,334 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$\rightarrow R_H = 1,44 \times 10^8 \text{ Pa} \times \text{seg} / \text{m}^3$$

NOTA: Estos datos son reales para una persona que está en reposo.

CONCLUSIÓN

En resumen, el flujo sanguíneo en el sistema vascular se mantiene fundamentalmente por la gradiente de presiones creada por el corazón, que recibe la sangre a baja presión por las venas y la bombea a alta presión hacia las arterias. Por otra parte, las contracciones de la musculatura esquelética comprimen las venas y, como las válvulas venosas impiden su retroceso, la sangre es impulsada hacia el corazón. La presión de la sangre en las arterias cercanas al corazón fluctúa ampliamente entre un máximo en el sístole (presión sistólica) y un mínimo al final del diástole (presión diastólica). La diferencia entre las presiones sistólica y diastólica es denominada presión media.

Los vasos sanguíneos en nuestro organismo ofrecen al flujo de la sangre una resistencia variable, que es directamente proporcional a la longitud de los conductores, e inversamente proporcional a su diámetro. Por lo tanto, la velocidad del flujo es mayor y la caída de presión menor en un vaso corto y grueso.

La velocidad del flujo es inversamente proporcional a la viscosidad del líquido. Mientras la viscosidad de la sangre fluctúa dentro de límites relativamente estrechos no influye sobre la velocidad, pero cuando sobrepasa cierto límite la altera significativamente.

La resistencia al flujo causada por la viscosidad es inversamente proporcional al diámetro del vaso. Por lo tanto, en condiciones de viscosidad constante, dicha resistencia es considerablemente mayor en las arteriolas que en la aorta.

El flujo sanguíneo es laminar hasta cierta velocidad, sobrepasada ésta se torna turbulento, o sea, se forman remolinos.

El estudio y el conocimiento del flujo de sangre en las venas y en las cavidades del corazón son indispensables para el diseño de terapias médicas.

BIBLIOGRAFÍA

Física aplicada a las ciencias de la salud. G. K. Strother, Mc Graw Hill Latinoamericana. S. A. (1980).

Diagnóstico Hemodinámica tomo I "Principios básicos de la hemodinámica arterial". Eds. J. Marinel Roura, J. Juan Samsó, (1998).

El Océano Interior, "Leyes Físicas de la Hemodinámica", Alberto Rangel Abundis Fondo de Cultura Económica, (2000).

Física, "Conceptos y Aplicaciones", Paul E. Tippenns. Mc. Graw-Hill, sexta edición (2001).

Física 2da. Edición, John D. Cutnell, Kennet W. Johnson, Limusa Wiley (2004).

Física, Volumen 1, 5a. edición, Robert Resnik, David Halliday, Kenneth S. Krane Compañía Editorial Continental S.A. (CECSA) México, (2005).



PROGRAMAS DE DOCENCIA EN APOYO A ALUMNOS: ASESORÍA ENTRE PARES

IGNACIO CRUZ ENCINAS
FRANCISCO N. ARMENTA AGUILAR

Para los alumnos, los primeros semestres y los primeros meses en el nivel superior, pueden ser definitivas para el logro de los objetivos y metas educativas, ya que tienen que desarrollar una gran variedad de habilidades para su integración a la comunidad universitaria y afrontar problemas derivados de las nuevas relaciones sociales. Aparece el fantasma de la deserción, que puede originarse por desconocimiento de la institución, insuficiente integración personal con el ambiente intelectual y social o por que la institución no les brinda apoyo extra en asignaturas que se les dificultan.

Se presenta un programa que atiende las tres causas de la deserción, generando un ambiente propicio para el aprendizaje. Se encuentra respuesta favorable por parte de alumnos, estudiantes de semestres avanzados, maestros, autoridades y órganos colegiados, incrementándose el aprovechamiento de los alumnos asistentes al programa.

M.I.E. GNACIO CRUZ ENCINAS
Correo: ignacio.cruz@correo.fisica.uson.mx
Departamento de Física
Universidad de Sonora
FRANCISCO N. ARMENTA AGUILAR

EL FENÓMENO DE LA DESERCIÓN ESCOLAR

La deserción en el nivel superior es un fenómeno multidimensional y complejo en donde se conjugan factores socioculturales, políticos, psicológicos, pedagógicos e institucionales (ANUIES, 2000). De acuerdo al ámbito, existen teorías y modelos que buscan explicar el fenómeno. Uno de ellos: El modelo de la organización, intenta explicar el fenómeno a partir de la complejidad institucional, sus recursos y los ambientes de aprendizaje.

El otro modelo: de interacción social, lo hace a partir de la socialización entre los diferentes actores del proceso educativo asumiendo que la conducta es el resultado de la interacción recíproca entre los ambientes y los individuos y entre ellos mismos.

Este último modelo tiene su referente en la teoría sociocultural de Vigotsky (UNESCO, 2004), que hace referencia a la reducción de la distancia entre la zona de desarrollo real (ZDR) determinada por la capacidad de resolver de forma independiente un problema y la zona de desarrollo potencial (ZDP) determinada a través de la resolución de un problema bajo la guía de un experto o en colaboración con un compañero capaz.

Según esta teoría constructivista, los procesos psicológicos de orden superior se adquieren primero en un contexto social mediado por el lenguaje y, si son significativos, se interiorizan, es decir, las funciones se adquieren primero en escala social (interpsicológica) y posteriormente en lo individual (intrapicológica), alcanzando el aprendizaje el desarrollo cognitivo producto de su socialización con el medio.

Para los alumnos, los primeros semestres y los primeros meses en el nivel superior, pueden ser definitivos para el logro de los objetivos y metas educativas, ya que tienen que desarrollar una gran variedad de habilidades para su integración a la comunidad universitaria y afrontar problemas derivados de las nuevas relaciones sociales.

En estos primeros semestres aparece el fantasma de la deserción, que puede originarse por desconocimiento de la Institución o una insuficiente integración personal con el ambiente intelectual y social (Tinto, 1989). Estos dos factores representan su primer periodo crítico.

Para facilitar su integración social es necesario crear ambientes y condiciones propicias que permitan el intercambio de experiencias recientes entre los jóvenes. Situación que, en algunos casos, resulta difícil de establecer entre un maestro tutor y el alumno, debido a la figura de autoridad que tiene el primero y la personalidad y características individuales del segundo.

Los autores comparten la idea que a nivel nacional han venido gestando y compartiendo sus experiencias diferentes tutores: Jiménez y Torres (IPN); Castro y López (2006); Alamilla y Puga (2006); Burgos, Couoh y Quintana (2006); Cantú, Siller y García (2006), de incorporar en el programa de tutoría alumnos de semestres avanzados con alto rendimiento académico para que brinden asesorías a alumnos de los primeros semestres en aspectos académicos e institucionales.

BENEFICIOS DE LA ASESORÍA ENTRE PARES

Las partes involucradas tendrán la posibilidad de adquirir o reforzar conocimientos en un ambiente más relajado, con un mayor nivel de confianza e identificación. Los alumnos solicitantes del servicio contarán con un asesor más próximo en edad que el profesor más joven que pueda tener la institución. Siendo los asesores pares quienes mejor conocen las dificultades por haberse enfrentado a ellas, pueden estar en posibilidad de detectar los problemas de convivencia, así como quienes

mejor pueden implementar estrategias para mejorar la convivencia y las relaciones interpersonales.



En este contexto y desempeñándose como asesor par, se tiene la oportunidad de adquirir experiencia docente relacionando la teoría (contenidos disciplinares) con la práctica (realidad del aula) y la problemática del entorno (realidad social), viviendo y experimentando más de cerca la complejidad del proceso de enseñanza aprendizaje, sus recursos, medios, técnicas y estrategias a implementar para un aprendizaje efectivo. Tendrán que desarrollar capacidades de organización, trabajo en equipo, liderazgo y comunicación, practicando habilidades y destrezas de interacción social que le permitan desarrollar confianza en sí mismo, aprendiendo o mejorando sus aptitudes vocacionales como futuro profesor.

El subprograma de tutores pares se registra en los semestres 2007-2, 2008-1, 2008-2 y 2009-1 como proyecto de Servicio Social en la División de Ciencias Exactas y Naturales y en la Dirección de Servicios Estudiantiles.

Su objetivo general, además de liberar el Servicio Social de alumnos, refuerza los programas de Sala Didáctica, Asesorías y Talleres Extracurriculares, Sabatinos de Física Clásica, registrados y enmarcados en el Programa Institucional de Tutorías del Área de Ciencias e Ingenierías.

Con el programa de Asesoría entre Pares se brinda apoyo pedagógico-disciplinar en asignaturas de Física y Matemáticas de tres Divisiones, de 16 programas de Licenciatura: Geología, Matemáticas, Física, Ciencias de la Computación, Ingeniería en Tecnología Electrónica, Mecatrónica, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería en Sistemas de Información, Ingeniería Química, Biología, Ingeniero Agrónomo, Químico Biólogo Clínico, Químico Biólogo en Alimentos, Ingeniería Civil, Ingeniería en Minas y Arquitectura.

OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

1. Instrumentar una estrategia de enlace entre los estudiantes y los recursos y servicios de la Universidad, con la intención de reducir los casos de reprobación y deserción entre alumnos por insuficiente integración social e incrementar la eficiencia terminal.

2. Crear ambientes que favorecen el aprendizaje significativo y la formación integral, a partir de la comunicación y el intercambio de experiencias entre pares, con un mayor nivel de confianza e identificación.



PROCESOS

I. Selección de tutores pares: Conocimientos disciplinares en las asignaturas que pretenden asesorar; habilidad para llevarse bien con sus compañeros; comunicarse claramente; utilizar su juicio en forma adecuada en relación con diferentes personalidades y situaciones.

II. Capacitación de tutores pares en: Organización institucional; marco normativo; estructura orgánica; infraestructura con que cuenta; recursos, servicios y apoyos que ofrece la institución. Reunión grupal entre responsables de proyecto (tutores) y alumnos (tutores pares). Se les proporciona:

III. Materiales de apoyo:

- Material editado por la Unidad de Servicios Estudiantiles "Ahora Soy Estudiante Unison".
- Información que proporciona la Institución en sus diferentes páginas electrónicas:
- Reglamento Escolar y de cuotas: http://www.uson.mx/la_uson/reglamentacion/
- Servicios Estudiantiles: <http://www.dise.uson.mx/>
- Movilidad Estudiantil: <http://www.movilidad.uson.mx/wb2/>
- Servicios a la comunidad: <http://www.uson.mx/servicios/>
- Red Institucional de Bibliotecas: <http://www.biblioteca.uson.mx/Default.asp>
- Culturest: <http://www.extension.uson.mx/culturest/index.php>
- Portal de alumnos: <http://www.alumnos.uson.mx/>

IV. Programación y Difusión:

- Conjuntamente y sin afectar sus actividades escolares, se realiza una programación de actividades y horarios de atención.
- Se edita un tríptico (1000 ejemplares), que se distribuyen personalmente en las aulas en donde se imparten asignaturas que se asesorarán. Posters y mantas colocadas en lugares visibles.
- Se coloca en línea en las páginas electrónicas:
- <http://www.dise.uson.mx/pares.doc>
- <http://didactica.fisica.uson.mx/>
- <http://www.dcen.uson.mx/>

V. Seguimiento y evaluación:

- Durante el semestre y en el momento en que lo requieran

los tutores pares, se brinda apoyo didáctico disciplinar o de orientación por parte de los maestros responsables (tutores) del proyecto.

- Cada mes se realiza un informe de trabajo por parte de los tutores pares con el visto bueno de los responsables de proyecto, el cual se envía a las instancias correspondientes para su conocimiento y aval.

VI. Actividades a desarrollar por tutores pares:

- Llevar un registro de alumnos (bitácora) que asisten al programa, incluyendo: número de expediente, nombre, carrera, motivo de la asesoría, asesor par, profesor con quien se encuentra inscrito.
- Reportar casos complicados que son discutidos en forma grupal para su solución y/o canalización con expertos.
- Reuniones semanales entre los responsables del proyecto y tutores pares donde se analizan las experiencias, avances y retrocesos.
- Al finalizar el semestre, se realiza un informe final donde se plasman los logros académicos de los alumnos asesorados, revisando su kárdex electrónico, para lo cual se solicita el permiso institucional respectivo.

RESULTADOS

• Semestre 2007-2

En el primer semestre de vigencia del programa, participaron cinco asesores pares que brindaron 120 asesorías en cinco asignaturas de Física y cuatro de Matemáticas a 57 estudiantes de 9 Programas de Licenciatura.

En función del número de expediente que el alumno registró en la bitácora y mediante la consulta de los Kárdex del Sistema de Servicios Escolares, 54 acreditaron la asignatura atendida, lo cual indica que un 94.74% aprobó.

Por parte de la Institución se brindaron dos becas ayudantías.

• Semestre 2008-1

En el segundo periodo se contó con nueve asesores pares que, en vista de la experiencia y a solicitud de los alumnos, además de atender las asignaturas de Física, brindan asesoría en cuatro asignaturas que imparte el Departamento de Matemáticas. Departamento que cuenta con un programa de asesorías impartido por sus propios profesores, pero algunos alumnos prefirieron acudir con nuestros asesores pares.

Se atendieron a 189 alumnos de 14 programas educativos, quienes han solicitado el servicio en 456 ocasiones. Entre los que se incluye la participación de tres alumnas de Arquitectura, que es una Licenciatura con la que hasta este semestre, no se tiene relación académica.

Por parte de la Institución se brindaron cinco becas ayudantías.

Uno de los comentarios plasmados en el informe de los alumnos tutores pares da testimonio de que los beneficios son bidireccionales ya que, en sus propias palabras: "Referente a lo que aprendimos en este programa, es que el conocimiento nunca acaba y por lo mismo, los conocimientos básicos que aprendimos en nuestros propios cursos normales, no fueron suficientes como para extrapolarlos a otros compañeros. Lo anterior nos obliga a reforzar dichos contenidos, ya sea con cursos más avanzados o mediante el autoaprendizaje y consulta a expertos. En algunos casos, cuando sabíamos que el tema no era de nuestro dominio, si existía tiempo leíamos algunos libros y hacíamos un resumen y algunos cuantos problemas. Cuando esto pasaba, nos dábamos cuenta de la insuficiencia de conocimientos en algunas materias que ya habíamos cursado"

• **Semestre 2008-2**

En este semestre participan 10 asesores pares que proporcionan 360 consultas a 152 alumnos inscritos en 16 programas de Licenciatura (incluyendo uno de Economía), atendiendo de esta forma a alumnos de 15 profesores. De igual forma, se atienden a cinco alumnas de bachillerato y brindan cuatro asesorías a alumnos del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

De los asesores pares, algunos de ellos participan en el programa de Talleres Extracurriculares, en calidad de ayudantes de profesor, por lo que entre los dos programas se atienden un total de 731 asesorías solicitadas por 263 alumnos (152 en pares y 111 en Talleres), de los cuales 88 son de género femenino y 175 del masculino, contabilizados de acuerdo a su inscripción en alguna asignatura que imparte el Departamento de Física.



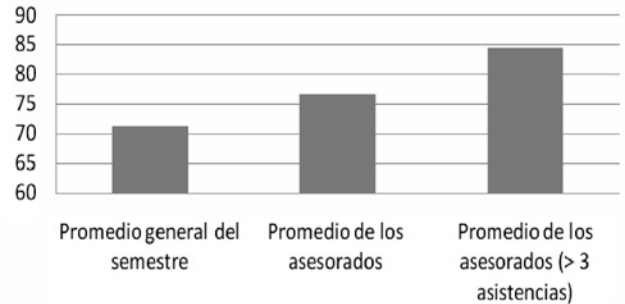
Por parte de la Institución se brindaron siete becas ayudantías.

En este semestre, de acuerdo a las actas de evaluación signadas por los profesores, el Departamento atendió a un total de 1074 alumnos de 14 programas de Licenciatura (sin incluir Arquitectura), de los cuales 818 acreditaron (76.16%) y 256 reprobaron (23.84%). El promedio general para estos alumnos se ubicó en 71.28

Comparativamente, los alumnos que asistieron al menos por una ocasión a alguno de los dos programas de apoyo, obtuvieron una promedio general de 76.68, es decir 5.4 puntos porcentuales arriba del promedio general del curso.

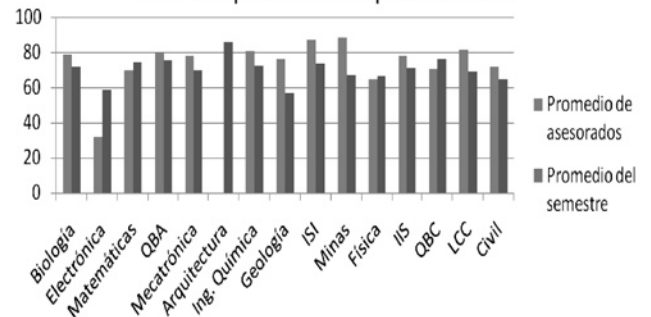
Por otra parte, considerando aquellos alumnos que participaron en los programas de apoyo y que asistieron por más de tres ocasiones, lo hicieron 95 alumnos, de los cuales 91 acreditaron (95.79%) y cuatro reprobaron (4.21%), obteniendo un promedio general de 84.45 (13.17 puntos por arriba del promedio general para ese semestre. Ver gráfica1).

Gráfica 1. Aprovechamiento



De acuerdo a la Licenciatura, los alumnos que asistieron a asesorías, el promedio general de 10 de ellas se ubica por encima del promedio general obtenido para este semestre y para dichas licenciaturas (gráfica 2).

Gráfica 2. Aprovechamiento por Licenciatura



CONCLUSIONES

Se ha instrumentado una estrategia de enlace entre el estudiante nuevo, los recursos y los servicios de la Universidad, con la intención de reducir los casos de reprobación y deserción entre alumnos por insuficiente integración social.

Se ha propiciado la creación de ambientes que favorecen el aprendizaje significativo y la formación integral, a partir de la comunicación y el intercambio de experiencias entre pares, con un mayor nivel de confianza e identificación.

Se apoya a los alumnos de ciencias e ingenierías inscritos en asignaturas de Física con las materias en las cuales tienen problemas, ya sea por reprobación o porque se les dificulta comprenderlas, a la par de que se les brinda orientación sobre la Institución.

A solicitud de los alumnos, las asesorías que brindan los tutores pares se han extendido a asignaturas de Matemáticas, e incluso, en el segundo semestre de iniciado el programa se cuenta con un prestador de Servicio Social de esta disciplina.

De acuerdo a los informes de los tutores pares, "sus alumnos" los buscan fuera del horario establecido (en horario de comida o los esperan a que salgan de sus respectivas clases).

Al programa han acudido y se ha atendido a alumnos de otras instituciones de educación media y superior (Cobach, TEC de Monterrey, Universidad del Noroeste, Instituto Tecnológico de Hermosillo), quienes manifestaron su impresión por contar la Universidad de Sonora con un programa de estudiantes para estudiantes.

Se han registrado alumnos que invierten casi la mitad de un curso normal de 86 hrs (talleres sabatinos y durante la semana).

En el presente semestre 2009-2, se pretende detectar e invitar a participar en el programa de asesorías entre pares a alumnos que están cursando alguna asignatura de Física por tercera y última oportunidad (alumnos de "alto riesgo"), asignándoles un asesor par y un maestro asesor, con la finalidad de que acredite la asignatura y no cause baja por normatividad.

BIBLIOGRAFÍA

Alamilla Acevedo, A. N. y Puga Sandoval, C. V. (2006). Metodología del Programa de Tutoría entre Iguales en la Facultad de Educación Unidad Tizimín. Trabajo presentado en el Segundo Encuentro Nacional de Tutoría, Octubre, Monterrey N.L. México.

ANUIES (2000). Programas Institucionales de Tutorías. Una propuesta de la ANUIES para su organización y funcionamiento en las instituciones de educación superior. Extraído el 2 de mayo de 2008 desde: <http://www.ANUIES.mx/>

ANUIES (2004). Memorias del Primer Encuentro Nacional de Tutoría. Junio. Colima, Col. México.

ANUIES (2006). Memorias del Segundo Encuentro Nacional de Tutoría. Octubre. Monterrey N.L. México.

ANUIES (2008). Memorias del Tercer Encuentro Nacional de Tutoría. Septiembre. Puebla Pue. México.

Burgos Vidal, W. E., Couoh Tuz, L.R. y Quintana Alcalá, M. M. A. (2006). El proceso de tutoría entre iguales en el Nivel Superior: Programa implementado en la universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Educación-Unidad Tizimín. Trabajo presentado en el Segundo Encuentro Nacional de Tutoría, Octubre, Monterrey N.L. México.

Cantú Martínez, L. M., Siller Botti, M.G. y García Treviño, V. (2006). La Tutoría de Pares, como estrategia para atender la diversidad de la población estudiantil de la UDEM. Trabajo presentado en el Segundo Encuentro Nacional de Tutoría, Octubre, Monterrey N.L. México.

Castro Ricalde, D. y López Arriaga, A. (2006). El papel del tutor adjunto, como complemento académico de la tutoría tutorial. Trabajo presentado en el Segundo Encuentro Nacional de Tutoría, Octubre, Monterrey N.L. México.

Jiménez García, F. I. y Torres B. R. (n.d.). Propuesta para la formación de asesores. Extraído el 2 de mayo de 2008 desde: <http://www.te.ipn.mx/1erencuentrotutoria/archivos/1C08.doc>

Tinto, V. (1989). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. Revista de la Educación Superior. Vol. XVIII (3), número 71, julio-septiembre de 1989

UNESCO (2004). Las tecnologías de la información y la comunicación para la formación docente. Extraído el 2 de mayo de 2008 desde: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf>

Universidad del Rosario. Facultad de Medicina. (n.d.). Tutores pares. Extraído el 2 de mayo de 2008 desde: http://www.urosario.edu.co/FASE1/medicina/comun_est_tutores.htm

Universidad de Sonora (2008). Extraído el 2 de mayo de 2008 desde: <http://www.uson.mx>



CRECIMIENTO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA **¿EXISTEN AVANCES QUE NOS INDIQUEN SU POSICIONAMIENTO** **COMO PROFESIÓN?**

NORA MARGARITA MUÑOZ COMBS, EVA ANGELINA
HERNÁNDEZ VILLA, OLGA BARRAGÁN HERNÁNDEZ

El desarrollo de la enfermería como profesión en México, ha constituido un proceso largo y accidentado debido a la consideración de ésta como una actividad social, que guarda estrechos vínculos con las condiciones histórico-sociales y políticas de su origen. Específicamente el grupo de enfermería ha estado conformado mayoritariamente por mujeres y la noción de servicio se vincula fuertemente a las herencias religiosas, femenina y militar, lo que contribuye al escaso reconocimiento social. Todo ello no ha impedido que la búsqueda de la profesionalización sea una lucha permanente desde hace casi 50 años.

NORA MARGARITA MUÑOZ COMBS.

Correo: nora@enfermeria.uson.mx

EVA ANGELINA HERNÁNDEZ VILLA.

Correo: Evahernandez@enfermeria.uson.mx

OLGA BARRAGÁN HERNÁNDEZ.

Correo: barragan@enfermeria.uson.mx

Maestras en ciencias del

Departamento de Enfermería de la Universidad de Sonora

ENFERMERÍA Y SALUD

La profesionalización de la enfermería técnica se inicia con las enfermeras norteamericanas en 1945 aproximadamente. Surge como una necesidad de la enfermería de aumentar su conocimiento en el vasto campo de la salud y no sólo de la enfermedad, así como, lograr el reconocimiento social y profesional en el área de la salud, ante el trabajo desarrollado. La profesionalización puede definirse como un proceso dinámico que permite el desarrollo integral del saber y del quehacer de la disciplina de enfermería en forma consciente, comprometida y organizada a través de la obtención del grado.

En México es un largo camino emprendido por las enfermeras mexicanas desde los sesentas y, es una variable que sirve para evaluar el prestigio disciplinar alcanzado por las enfermeras mexicanas. Sin embargo, no ha sido fácil ni tan exitoso como esperábamos las enfermeras.

Diversas enfermeras han tratado el tema, el presente artículo pretende hacer una revisión de los logros alcanzados por la profesionalización desde un punto de vista pragmático y real. Se presentan comentarios de algunas enfermeras extranjeras y nacionales pero, se hace énfasis en el caso de México.



LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA ENFERMERÍA EN MÉXICO

Si bien es cierto que a la enfermería se le ha catalogado como profesión durante muchos años, al evaluarla a través de los criterios para ejercerla se observa que sería más exacto afirmar que la enfermería es una "profesión en surgimiento". De las diversas propuestas existentes Hernández Martín, (s/f)(1) citando a Wilensky incorpora cinco pasos en el proceso de profesionalización: La emergencia de un grupo ocupacional a partir de una necesidad social, formación de candidatos para la profesión, formación de una asociación profesional, el reconocimiento público y el apoyo legal lo que da lugar a la reglamentación y la asunción de un código formal de ética profesional.

Cárdenas (2002) (2) señala que a pesar de que la formación en enfermería se ubica en una formación universitaria, continua influenciada por las demandas del mercado laboral y en consecuencia, por los profiogramas institucionales, actualmente se observa una preferencia hacia la formación técnica más que en una profesional como en otras disciplinas. Por lo tanto, según Cárdenas las enfermeras se enfrentan a una realidad que las descalifica.

Existe una tensión fundamental entre la enfermería como teoría y la enfermería como práctica. La práctica continúa orientada a procedimientos y tareas, con rutinas determinadas por políticas, directrices y órdenes médicas, en lugar de acciones basadas en los hallazgos de la investigación de enfermería (Schwirian, 2000) (3).

SITUACIÓN ACTUAL

Hoy día al profesional de enfermería se le responsabiliza de la organización, distribución y control del equipo de trabajo de enfermería, y se espera que desarrolle relaciones de complementariedad entre su práctica y el conjunto de prácticas asistenciales en salud, para garantizar la integralidad de la atención (Nájera y Castrillón, 2000) (4). El personal de enfermería preparado es subutilizado por las instituciones de salud y marginado en su ejercicio profesional, con graves consecuencias en la calidad de atención y en la satisfacción profesional.

Para Aimar, A., Videla, N., Torre, M. (2006) (5) no existe una relación directamente proporcional entre la formación académica y el desempeño laboral con el reconocimiento profesional y social. La sociedad considera que el saber de enfermería es masivamente difundido, es decir cualquier persona puede otorgar cuidados a los enfermos, por lo tanto el cuidado de enfermería posee una valoración desigual en el contexto de las profesiones. Lo anterior, a pesar de que se han iniciado los procesos de certificación que tienen como objetivo garantizar a la sociedad la calidad de los servicios profesionales que se le ofrecen.

Al respecto Cárdenas (2005) (6) señala que nos hemos empeñado en adquirir conocimientos y mayores niveles académicos, y consideramos que es suficiente para elevar nuestro prestigio y estatus profesional. Sin embargo aún esto es una posibilidad no concretada, pues al revisar y analizar los datos oficiales es posible apreciar que un gran porcentaje del personal que ejerce la enfermería es de carácter no profesional (tabla 1).

NIVEL ACADÉMICO DE ENFERMERÍA EN MÉXICO. 2000

NIVEL ACADÉMICO	PORCENTAJE
Técnico	85.44
Licenciatura	12.66
Especialidad	1
Maestría	0.9

Fuente: Dirección General de Profesiones

La finalidad de la Profesionalización no es competir por status con otros grupos, sino ubicar la Enfermería en el campo profesional que le corresponde; no es buscar una supremacía, sino asumir plenamente las responsabilidades de su función social. Su finalidad es lograr la excelencia en el desempeño profesional, lo que llevará a elevar el nivel científico, humano y ético para ponerlo al servicio de todas las personas. Mientras se continúe con la situación de dar un servicio asistencial - comunitario y hospitalario con métodos tradicionales, dependientes y delegando un gran porcentaje en personal auxiliar, tendremos un largo camino que recorrer para lograr una auténtica profesionalización o profesionalismo.

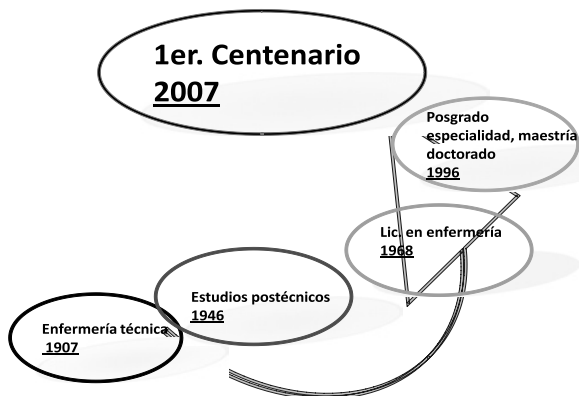
TENDENCIAS EN LA PROFESIONALIZACIÓN DE ENFERMERÍA

Lo que es posible observar en este proceso de profesionalización ejercido por las enfermeras mexicanas, se puede resumir en tres aspectos fundamentales:

1. Cambio en la educación de enfermería, de una modalidad técnica, a la modalidad universitaria.
2. Actualización y modernización de la reglamentación y autorregulación de la educación y la práctica en enfermería que fomente la autonomía de la profesión.
3. Obtención de un cuerpo de conocimientos propio adquiridos a través de la formación escolarizada que fundamente la esencia de la enfermería como una ocupación única y diferente.

Es posible advertir que a cien años del inicio de la formación de enfermería en México ésta ha tenido un proceso lento de desarrollo que contrasta con la solidez que ha alcanzado la profesión en otros países, porque de acuerdo con su historia, durante más de sesenta años ha tenido que sortear desviaciones con respecto a su propia naturaleza de arte y ciencia del cuidado a la vida. Así, hay que comprender que es muy reciente su lucha por la autonomía para definir las características del proceso educativo, y que estamos en proceso de hacer valer las condiciones y requisitos para su ejercicio profesional, es decir su autorreglamentación como servicio público (figura 1).

Tendencia hacia formación profesional en México



A años de haberse iniciado la educación formal en enfermería en México, esta disciplina continúa siendo labor ejercida, en su mayoría, por mujeres en condiciones laborales precarias. Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2005) (7), en México existen 302 mil personas dedicadas a cuidar y atender enfermos, nueve de cada 10 son mujeres. Una quinta parte son profesionistas en el ramo. Según datos oficiales, el porcentaje de licenciados en enfermería es mucho menor (13%) comparado con las cifras que muestran países como Estados Unidos (60%), (tabla 2). En México por cada 10 mil habitantes laboran cinco enfermeras, mientras que en Estados Unidos trabajan 78 por el mismo número de habitantes.

Proporción de Licenciados en México y EEUU.

PAIS	PORCENTAJE DE LICENCIADOS
México	13
Estados Unidos de Norte América	60

OPS/OMS. La situación de Enfermería en las Américas, 2004

AVANCES EN EL DESARROLLO PROFESIONAL DE ENFERMERÍA

La tendencia que más destaca es la relativa a los cambios existentes en la formación de una modalidad técnica a una modalidad

universitaria, pues es posible observar que a nivel nacional existe un movimiento intenso de búsqueda por parte de las enfermeras para la obtención del grado de licenciatura y algunas se encuentran accediendo a programas de posgrado, lo que ha favorecido de alguna manera el incremento de su participación en la investigación.



Respecto a la regulación a la autoregulación la comisión permanente de enfermería ha desarrollado un trabajo importante en este sentido, a pesar de ello no se evidencia el impacto que este proceso tiene en el ejercicio de la profesión.

En cuanto a la generación de un cuerpo de conocimientos exclusivo de enfermería esta parece ser una preocupación propia de ámbito académico más que de quienes se desempeñan en el ámbito asistencial. Además se puede agregar que posee un cuerpo de saberes que sustentan la disciplina, pero aún no existe una definición clara y aceptada del objeto de estudio.

En nuestro país, podemos reconocer un periodo de transición prolongada para lograr la profesionalización de Enfermería, entendida ésta como el proceso que nos permitirá mostrar a la sociedad la organización, procedimientos y garantías que tiene cualquier profesión para asegurar que toda persona identificada como enfermera (o), tenga las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales para desempeñar un servicio profesional de calidad.

Enfermería alcanzará solidez en México si participamos activamente y nos adecuamos a los cambios de manera reflexiva, decidida y con un gran compromiso con las necesidades de nuestra profesión, y así estar preparados para atender mejor las necesidades de salud de la población.





CONCLUSIONES

La entrada de la carrera de enfermería a la universidad significó un gran avance para profesión, pero solo fue el inicio de una nueva era que debe llevarnos a la consolidación de nuestros propios conocimientos, a hacer patente una visión abierta, avanzada y crítica, responsable y autónoma, que dé una verdadera respuesta a la demanda social, con conocimientos, con calidad en los cuidados que proporcionamos (García-carpintero Blas, Eva (2007)(8). Todo esto nos llevará a un mayor reconocimiento social y a un avance en la consolidación y desarrollo de la enfermería como disciplina.

De las variables estudiadas, existen evidencias de crecimiento y desarrollo en la educación y en la investigación de enfermería. Actualmente cada vez se promueve más esta actividad incluyéndola en los planes de estudio y aumentando su promoción y financiación. Aún así, actualmente el desarrollo científico es incipiente.

Por otro lado concordamos con lo que plantea Andrade (2008)(9), citando a Moloney cuando afirma que la autonomía de enfermería aún es incompleta por lo que necesitamos seguir enfocando nuestros esfuerzos en el proceso de profesionalización para alcanzar el status y la remuneración que aspiramos y merecemos.

Nuestro país necesita una enfermera profesional emprendedora, con capacidad gerencial para establecer servicios que necesitan las instituciones de salud pública o privada, para lograr la satisfacción de las necesidades de los usuarios y atender la demanda de cuidados prolongados y la atención en el hogar.

Es necesario promover la interacción con otras disciplinas para la búsqueda conjunta de soluciones a los complejos problemas de salud. Al respecto Cárdenas señala que las enfermeras han establecido en los últimos 15 años una relación de interdependencia profesional.

Tenemos pues que ir avanzando y creciendo en el desarrollo de nuestra disciplina, manteniendo la misma vocación que tenemos hoy y debemos seguir trabajando para ser mejores profesionales y formar una enfermería que tenga como finalidad profesional el cuidado de la salud al individuo y comunidad en sus dimensiones biopsicosocial, cultural y espiritual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández Martín F.et.al. (s/f), La enfermería en la Historia. Un análisis desde la perspectiva profesional, Madrid.
2. Cárdenas J. Margarita (2002), Perspectivas en la práctica de la enfermería, Segundo Congreso Estatal de Enfermería "Profesionalización, Liderazgo y Autonomía: Cambio a la Excelencia", Jalapa Veracruz.
3. Schwirian, P. M. (2000), Professionalization of nursing. 3ra.ed. Philadelphia: Lippincott .
4. Nájera R. M. Castrillón M.C. (2000), La enfermería en América latina. Situación actual, áreas críticas y lineamientos para un plan de desarrollo, en Antología Cambio social y profesión, maestría en ciencias de enfermería.
5. Aimar, A., Videla, N., Torre, M. (2006), Tendencias y perspectivas de la ciencia enfermera. Enfermería Global. Rev. Electrónica semestral de enfermería, No.9
6. Cárdenas, B. L. (2005), La profesionalización de la Enfermería en México. Un análisis desde la sociología de las profesiones. Ediciones Pomares, S. A. México.
7. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico 2005.
8. García-Carpintero Blas, Eva (2007) Reflexión del papel de la enfermería a lo largo de la historia, Revista electrónica semestral de enfermería Global No.11
9. Andrade, L. de F. (2008), Posición de la enfermera en el contunum ocupación-especialización y la expresión de la especialización Revista electrónica semestral de enfermería Global No.12.

Leddy, Popper (1989), Desarrollo del autoconcepto profesional, en Bases conceptuales de la enfermería profesional, capítulo 4, Organización Panamericana de la Salud, New York, N. Y. Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Profesiones. Enfermería. Fascículo 9. México.



TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN APOYO A LOS ADULTOS MAYORES

LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE

MARTINA ELISA PLATT BORBO
ANA CLAUDIA BUSTAMANTE CORDOVA

La Universidad de Sonora está consciente de la necesidad de la formación integral de sus estudiantes por lo que, el programa de ingeniería industrial y de sistemas de la División de Ingeniería algunos maestros diseñaron un proyecto en donde su objetivo es utilizar algunas de las técnicas de la ingeniería industrial para ayudar a la sociedad, en este caso al sector de los adultos mayores. Paralelamente se promueve el desarrollo integral de los estudiantes, se difunde el espíritu social y la vinculación dentro de Universidad de Sonora.

MC. MARTINA ELISA PLATT BORBON
Correo: mplatt@industrial.uson.mx,
MI. ANA CLAUDIA BUSTAMANTE CORDOVA
Correo: abustamante@industrial.uson.mx
Maestras del Departamento de Ingeniería Industrial
División de Ingeniería

LA VEJEZ, TRISTEZA SOLEDAD Y ABANDONO

A falta de reyes, en ciertos pueblos, eran los adultos mayores quienes gobernaban. La etapa de adulto mayor todavía es, a pesar de todo, una de las bellezas de la vida, y ciertamente una de sus armonías más altas. La tercera edad recapitula todo el libro de la vida, resume los dones de otras épocas de la existencia del ser humano, sin tener las ilusiones, las pasiones, ni los errores. Él adulto mayor ha visto la nada de todo lo que deja; ha entrevisto la certeza de todo lo que va a venir, es un vidente.

Sabe, cree, ve, espera. Alrededor de su frente, coronada de una cabellera blanca como de una cinta hierática de los antiguos pontífices, alisa una majestad totalmente sacerdotal. A menudo decimos: ¡qué guapo señor mayor! Si el adulto mayor no tuviera su estética particular, ¿a qué dicha exclamación? No obstante, no hay que olvidar que en nuestra época, hay muchos viejos y pocos adultos mayores, lo que no es la misma cosa. El adulto mayor, en efecto, es bueno e indulgente, ama y anima a la juventud, su corazón no envejeció en absoluto, mientras que los viejos son celosos, malévolos y severos; y si nuestras jóvenes generaciones no tienen ya hacia los abuelos el culto de otros tiempos es, precisamente en este caso, porque los viejos perdieron la gran serenidad, la benevolencia amable que hacía antaño la poesía de los antiguos hogares.



LOS ASILOS DE ANCIANOS EN LA CIUDAD DE HERMOSILLO

El asilo suele ser para muchos hijos, amigos y hasta vecinos, la solución para dejar a sus padres o personas que ya sobrepasan, por lo general, los 75 años de edad, pues consideran que son un estorbo. Por lo menos el 50 por ciento de los adultos mayores que se encuentran en los asilos no tienen familiares y un nutrido grupo de esta mitad fueron abandonados, mientras que otros simplemente se quedaron sin ningún apoyo.

Las estadísticas nos muestran que en el estado de Sonora el número de personas de la tercera edad asciende a 80,357. En Hermosillo asciende a 19,420 y gran parte de estos fueron desamparados por sus familiares o llevados a un asilo.

El Departamento de Ingeniería Industrial, se dio a la tarea de investigar cuáles eran los principales asilos en la ciudad de Hermosillo con problemas, dentro de ellos se encontró a la casa hogar "Madre Amable", que es un asilo para ubicado en la Colonia los Jardines, atendido por un grupo de 22 adultos mayores, hombres y mujeres. La mayoría se encuentran enfermos y en condiciones deplorables, careciendo de instalaciones adecuadas para una agradable estancia y sin tener los materiales necesarios para su asistencia. Es en esta casa donde se planteó la idea de vincular a los alumnos en actividades en beneficio de la comunidad hermosillense para el semestre 2008-2.

EXPERIENCIAS DE APOYO

Es importante resaltar la gran labor que han estado realizando en los últimos años los estudiantes de ingeniería industrial y de sistemas ya que con sus proyectos en años anteriores también han sido beneficiadas instituciones de niños con capacidades diferentes como lo es el Instituto Iris en donde se atienden niños débiles visuales y ciegos de preescolar y primaria, la Asociación de Padres con niños autistas (ASPANA) en donde se atienden aproximadamente 30 niños y jóvenes autistas, el Centro de Atención Múltiple no. 50 (CAM 50) en donde se beneficiaron a 60 niños, con hiperactividad, con síndrome de dawn y autistas para los cuales se elaboraron materiales didácticos muy específicos.

ELABORACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Necesidades latentes y con una dinámica de retroalimentación se determinaron los productos a elaborar. Las materias como Ingeniería de Métodos, Ergonomía, Sistemas de producción y Manufactura del Programa de Ingeniería Industrial y de Sistemas desarrollan prácticas para reafirmar los conocimientos teóricos, para lo cual los alumnos diseñan y producen algunos productos. En esta ocasión el proyecto de vinculación fue diseñar y producir materiales, de acuerdo a las necesidades que se tuvieron en el asilo y que además les permitiera a los alumnos aplicar algunas técnicas de la ingeniería industrial, para reforzar sus conocimientos académicos.



Las técnicas utilizadas de ingeniería industrial fueron: diseño ergonómico del producto, diseño de ayudas visuales, diseño de fixtures, diseño de contenedores, diseño del método de trabajo, establecimiento de tiempos estándares y diseño de líneas de producción, planeación y programación de la producción de familia de productos, sistema kan ban, sistema pull, etc

Los productos se definieron en conjunto con el personal del asilo en una reunión de las trabajadoras sociales con alumnos y maestros del proyecto, en la cual se expusieron las necesidades latentes y con una dinámica de retroalimentación se determinaron los productos a elaborar.

En general se fabricaron productos de recreación como loterías, serpientes y escaleras, pero se realiza el comentario que las personas de la tercera edad valoran mucho cualquier visita que se les haga, que se les presenten un programa de canto o baile, jugar con ellos cualquier juego de mesa en fin quieren compañía, se sienten solos.

Algunos productos de terapias como rodillos para dos pies, rodillos para cada pie, almohada para silla de ruedas ya que algunos de ellos no pueden caminar y están regularmente en sillas de ruedas.

También se elaboraron productos personales como mesitas para cama, estuche individual para medicamentos, estuche de primeros auxilios.

Productos elaborados por los estudiantes utilizando técnicas de la ingeniería industrial.



Rodillo para cada pie



Rodillo para dos pies



Almohada para silla



Mesitas personales



Botiquín personal



Serpiente y escaleras

Cabe mencionar que sólo se logró cubrir algunas de las necesidades del centro ya que algunas de las necesidades no estaban al alcance del tipo de producción, de las técnicas utilizadas y recursos económico establecidos en el proyecto.

Los productos se elaboraron con recursos económicos de los estudiantes, con mano de obra de los estudiantes y con apoyo de la infraestructura de algunos laboratorios del departamento de ingeniería industrial

173 PRODUCTOS REALIZADOS Y DONADOS POR 200 ESTUDIANTES UTILIZANDO TÉCNICAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Un paquete de 173 productos realizados por 200 estudiantes del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora se entregó en donación al Asilo de Ancianos "Madre Amable" en esta ciudad. Se elaboraron mesas para las comidas, material para terapias, botiquines personales, estuches para primeros auxilios, cojines y juegos recreativos, cada uno elaborado según un plan de producción y con materiales de calidad.

Aunado a la elaboración de los materiales algunos alumnos realizaron una colecta de alimentos, ropa, pañales, cobijas y otros.

Los laboratorios de ingeniería de métodos y laboratorio de manufactura han dado también apoyo a este tipo de actividades en donde se utilizan los recursos como: espacio para el diseño de líneas de producción, equipos de toma de tiempos, sierras de mesa, taladros de mesa, maquinas de control numérico, fresadoras, etc.



Laboratorio de Ingeniería de Métodos y Laboratorio de Manufactura

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Algunos sectores de la sociedad requieren de servicios, recursos y productos que es difícil o imposible conseguir debido a la falta de recursos económicos. Hay muchos lugares que necesitan ayuda y la Universidad de Sonora utilizando sus recursos como mano de obra especializada (alumnos de los diferentes programas), laboratorios, bufetes y otros, podría resolver algunas de sus problemáticas.

El proyecto de Ingeniería Industrial involucra a sus estudiantes para utilizar la ingeniería industrial en la satisfacción de las necesidades de los sectores de la sociedad, como lo es el caso de los adultos de la tercera edad.

Además promueve un desarrollo integral de los estudiantes, difundiendo el espíritu social dentro de la Universidad de Sonora, esto va enriqueciendo al estudiante, al sacarlo de la dinámica común e involucrándolo en diferentes actividades que lo llevarán a una formación integral.

La visión de este tipo de proyecto es que poco a poco, todas las materias del programa de ingeniería industrial y de sistemas, así como a las carreras de la Universidad se unan a este tipo de actividades, apoyando a la comunidad, y formando en el estudiante un espíritu altruista para ir conociendo los problemas o carencias que se tienen como sociedad, y darse cuenta que todos pueden ayudar y más aun los que se encuentran involucrados en el ámbito educativo.

¡Por eso docentes se les invita a difundir en los alumnos esta cultura y no desaprovechar la gran fuerza de trabajo que se tiene, involucrar a los alumnos en investigaciones, proyectos que en realidad los formen y los hagan darse cuenta de la realidad social en que se vive;

La Universidad de Sonora apoyando a la comunidad...

REFERENCIAS:

www.inegi.org.mx



EVALUACIÓN DE LAS EVALUACIONES EDUCATIVAS EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS

HÉCTOR G. RIVEROS ROTGÉ

Las buenas escuelas públicas son tan buenas como las buenas escuelas privadas.
Las escuelas tienen pocos estudiantes excelentes y malos, la mayoría están entre buenos y regulares.
Preguntas memorísticas en las evaluaciones no estimulan el tipo de educación que necesitamos.
Ni el Ceneval ni la UNAM evalúan la efectividad de su proceso de selección, no comparan con los resultados del primer año de los estudiantes escogidos.
Las buenas escuelas muestran resultados consistentes en años consecutivos.
La prueba Enlace muestra demasiadas escuelas con porcentajes muy altos de estudiantes excelentes.
Podemos aprender de la prueba PISA a elaborar preguntas que requieren entender y razonar para contestarlas.

El Dr. Hector Riveros Rotgé es Investigador Titular del Instituto de Física de la UNAM con 48 años de experiencia como profesor de Física. E-mail: riveros@fisica.unam.mx.

Ha publicado 11 Libros de enseñanza, varios de estos a nivel de Preparatoria en editoriales reconocidas tales como Limusa-Wiley y Trillas. Su área de investigación es el Estado Sólido, sin embargo, en los últimos 20 años también le ha inquietado dos problemas muy importantes para México, como es la contaminación atmosférica y la Educación, aparte de artículos de estos temas en revistas especializadas, ha publicado notas periodísticas en Excelsior, La Jornada, Reforma y El Financiero. Su inquietud por la educación ha rebasado las fronteras del país, como lo muestra su escrito "La educación es problema de todos" publicado en una revista de la Universidad de Colombia en 2006.

En este artículo el autor toca un tema sensible y muy interesante; un análisis de la evaluación oficial de la educación media en México, obteniendo conclusiones esclarecedoras

LA IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN

La evaluación es una herramienta necesaria para mejorar a las instituciones, permite cotejar los resultados obtenidos con los objetivos propuestos. En un mundo globalizado las evaluaciones proliferan y la evaluación educativa es motivo de preocupación en todos los países. En México la comparación con los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) mediante la prueba PISA (Programme for International Student Assessment) nos coloca en los últimos lugares. Para poder mejorar, necesitamos saber lo que está mal. Se han desarrollado varias pruebas de evaluación nacionales: los Estándares Nacionales aplicados por el INEE (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación), los Exani-I del CENEVAL (Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior) y la prueba Enlace que aplica la SEP (Secretaría de Educación Pública). La primera y la tercera se aplican en primaria y secundaria y la segunda se aplica como examen de admisión al bachillerato; pero ha sido usado para evaluar las escuelas secundarias. En este trabajo se hace un análisis de los resultados de las pruebas aplicadas por el INEE, el CENEVAL y la SEP.

Se concluye que las buenas escuelas públicas son tan buenas como las privadas, que la enseñanza memorística es obsoleta en un mundo ligado por Internet y que la prueba PISA contiene muy buenos ejemplos de reactivos que requieren entender y razonar para poder contestarlos correctamente. Podemos definir operacionalmente a los programas de estudio por medio de bancos de preguntas que induzcan al razonamiento, lo que fomenta la evolución de los métodos de enseñanza.

LA EVALUACIÓN DEL INEE

La pagina web del INEE [1] tiene una gran cantidad de información, incluyendo los resultados de las pruebas realizadas con estudiantes de primaria y secundaria. En este trabajo solamente tomamos en cuenta los resultados obtenidos con estudiantes de 3º de secundaria. Además de los resultados de los exámenes se tiene información sobre el contexto social dónde han crecido los estudiantes, como la escolaridad de los padres y el ingreso familiar entre otras variables.

El INEE publica ejemplos de los reactivos que aplica, lo que en cierta manera unifica los programas de las secundarias del país pues los docentes quieren que sus estudiantes aprueben los exámenes de evaluación de sus alumnos.

Los siguientes resultados se refieren a los datos obtenidos en 2003 y 2004 con 35 estudiantes por plantel (3er año) escogidos al azar. El análisis se hizo para 1199 escuelas secundarias de todo el país. La prueba consiste de reactivos con 4 opciones de respuesta posibles. Los temas son sobre de comprensión de lectura y habilidades matemáticas. Se analizaron 62 reactivos de lectura y 48 de matemáticas de 2003 y 45 reactivos de lectura y 44 de matemáticas de 2004. Las escuelas secundarias se clasificaron en Generales, Privadas, Técnicas y Tele Secundarias. Numeraron las escuelas y a sus estudiantes, en lugar de usar sus nombres, para garantizar su anonimato. La tabla I muestra el promedio nacional de la cantidad de aciertos que obtuvieron los estudiantes de los diversos tipos de secundarias, en 2003 y 2004. La calificación global es la suma de lectura y matemáticas. También se tabuló la desviación normal del promedio. DNG, DNL y DNM se refieren a las desviaciones normales promedio para la calificación global, lectura y matemáticas. El número máximo posible de aciertos globales es de: 110 en 2003 y 89 en 2004.

Tabla I. Promedio nacional de respuestas acertadas por tipo de escuela secundaria para 2003 y 2004 y la correspondiente desviación normal, para la suma Global, Lectura y Matemáticas.

2004	Global	Lectura	Mate	DNG	DNL	DNM
General	45	24	21	14	8	7
Privada	59	32	27	14	8	8
Técnica	44	24	21	14	8	7
TV	39	21	19	13	7	7
2003	Global	Lectura	Mate	DNG	DNL	DNM
General	56	37	19	14	10	5
Privada	66	44	22	15	10	6
Técnica	55	37	19	14	10	5
TV	51	33	18	12	9	4

Podemos observar que en la prueba del 2003 todos los tipos de escuela secundaria se traslapan considerando las desviaciones normales del promedio. De acuerdo a estos datos la enseñanza privada es ligeramente mejor que la pública, ya sean generales o técnicas.

Pero usar el promedio reduce a un solo número los datos de 35 estudiantes, con los datos de algunas escuelas del Distrito Federal se puede construir la curva de la calificación global de cada estudiante ordenada de manera creciente. Las figuras 1 y 2 muestran las curvas obtenidas para los datos de los años 2003 y 2004, donde GR, TE y PR se refieren a escuelas Secundarias Generales, Técnicas y Privadas respectivamente. El número es el asignado por el INEE a las escuelas correspondientes.

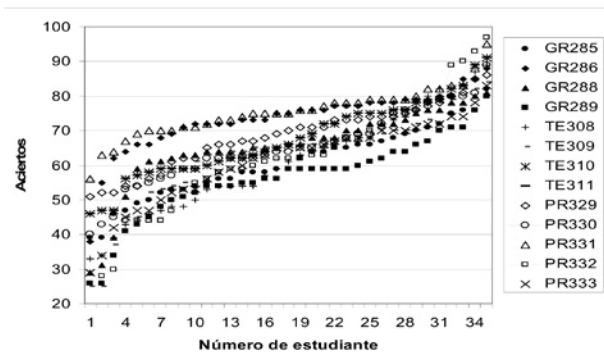


Figura 1. Curva de aciertos obtenidos por los estudiantes de las escuelas secundarias numeradas por el INEE en el año 2003.

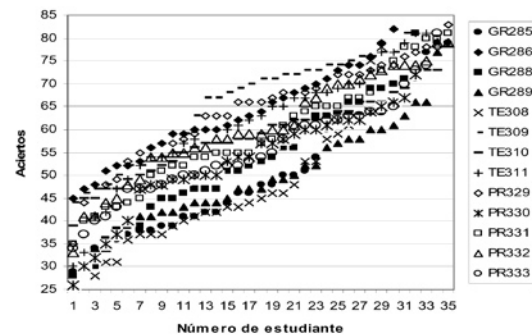


Figura 2. Curva de aciertos obtenidos por los estudiantes en las mismas escuelas de la figura 1, en el año 2004. Nótese la reducción en el número de aciertos comparado con 2003, los reactivos calificados bajaron de 110 a 89.

En las figuras 1 y 2 se observa que las escuelas presentan curvaturas en ambos extremos, indicando que las escuelas tienen pocos estudiantes de bajo rendimiento, la parte media tiene casi la misma pendiente, y también son pocos los estudiantes excelentes. Se destaca que las buenas escuelas públicas son tan buenas como las privadas, aunque algunas escuelas públicas ocupan la parte baja de las figuras. Podemos observar que todas las escuelas ocupan una banda de un ancho cercano a 2 desviaciones normales (± 1 desviación normal), lo que nos indica que las diferencias no son demasiado significativas. La repetibilidad de los datos empleando ambos análisis se aprecia mejor en la tabla II.

Tabla II. Promedio de la calificación global obtenida por los estudiantes de las escuelas de las figuras 1 y 2, y sus desviaciones normales en dos años consecutivos. Se incluye el cociente $\langle 2003 \rangle / \langle 2004 \rangle$ para comparar con el cociente del número de reactivos (1.23).

2004	G285	G286	G288	G289	T308	T309	T310	T311	P329	P330	P331	P332	P333
Promedio 3o	51	63	52	49	45	65	59	61	64	53	59	61	55
Desv. Normal	14	10	13	12	14	11	9	13	11	11	13	12	11
2003													
Promedio 3o	61	73	65	56	61	63	67	67	68	65	75	62	61
Desv. Normal	10	9	12	12	12	14	11	11	9	11	7	17	12
$\langle 2003 \rangle / \langle 2004 \rangle$	1.20	1.17	1.24	1.15	1.36	0.97	1.14	1.11	1.06	1.24	1.27	1.03	1.10

Todas las escuelas tienen pocos estudiantes excelentes y malos, la mayoría están entre buenos y regulares.

Lo grande de las desviaciones normales comparadas con su valor promedio hace que se traslapen los intervalos de incertidumbre, reduciendo la relevancia de las diferencias. Calificar a una escuela requiere los datos de varios años. Se omitieron los datos de las tele secundarias porque el sistema de enseñanza es bastante diferente. La casi constancia del cociente del promedio de 2003 al de 2004 y su cercanía al valor $(110/89=1.23)$ nos indica la confiabilidad de la prueba y dada su variación anual, confirmando que se requieren varios años para estabilizarse y calificar con datos más sólidos a las escuelas.

Si se presentaran los resultados en forma de histograma con cuatro niveles, como se hace en la prueba Enlace, donde se tabula: suficiente, elemental, bueno y excelente; los estudiantes excelentes suelen ser pocos comparados con el número de estudiantes buenos. Desviaciones de este comportamiento, sugieren mantener los datos en reserva, hasta que los años siguientes confirmen el nivel real de la escuela.

Las figuras 1 y 2 muestran que las buenas escuelas públicas son tan buenas como las buenas escuelas privadas, ya que ocupan la parte superior de la banda; en la parte inferior predominan las públicas pero están dentro de una desviación normal del promedio de las escuelas. Esto puede deberse a que las escuelas con mayor demanda escogen a los mejores estudiantes. Por ejemplo, si el número de aciertos que exige la UNAM para acceder a su bachillerato es muy alto, escoge a los mejores estudiantes, así sus estudiantes rechazados ingresan a las escuelas de menor demanda y parecería que estas preparan con deficiencia a sus estudiantes siendo que reciben a alumnos menos capacitados. No hay datos sobre el promedio de ingreso a la secundaria o el grado de rechazo en la admisión que permitan compensar este efecto.

La evaluación del INEE presenta diversas ventajas y desventajas, no cubre a todas las secundarias, ni pregunta sobre todas las materias de los programas en sus evaluaciones. Esto debe considerarse al utilizar dichos resultados en las evaluaciones de las escuelas.

Si bien el INEE publica ejemplos de sus reactivos, lo hace uno por uno; lo que dificulta la consulta por parte de los profesores interesados. En su mayoría los reactivos son memorísticos, favoreciendo una enseñanza no conceptual ya que los profesores tratan de entrenar a sus estudiantes empleando las preguntas como ejemplos en clase. Por otra parte, destacan importantes ventajas como la unificación de los programas de las secundarias del país, ya que si los docentes conocen el tipo de preguntas que se van a aplicar procuran cubrir sus contenidos. El INEE desde 2004 comenzó el desarrollo de las pruebas llamadas Excale, que viene aplicando desde 2005, que incluyen preguntas de respuesta construida o abierta que permiten una exploración más amplia; pero decidieron no dar resultados por escuela.

Preguntas memorísticas en las evaluaciones no estimulan el tipo de educación que necesitamos.

LA EVALUACIÓN CENEVAL

El CENEVAL publicó sus resultados del 2003 sobre las escuelas que tienen estudiantes que obtuvieron las mejores calificaciones, dentro del 1% de los mejores exámenes [2]. Esta publicación indica que en la República de las 26 mejores escuelas 25 son privadas. Destaca que en estas escuelas 45% de sus estudiantes son excelentes

(están dentro del 1%) y 8 de ellas están en Aguascalientes. En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) las mejores escuelas son: la Secundaria anexa a la Normal y Fundación Azteca. La primera tiene 23% de estudiantes excelentes y la segunda 21%. Estas escuelas escogieron los mejores estudiantes de una población mucho mayor que la de Aguascalientes. Las pruebas en años siguientes, no refrendan estos resultados, lo que indica que son fluctuaciones estadísticas o errores en la aplicación de las mismas.

Las mejores escuelas de la ZMVM tienen cerca del 20% de estudiantes dentro del 1% de los mejores exámenes, lo que puede deberse a que su demanda es tan alta que pueden rechazar a 4 de cada 5 aspirantes. Es posible que dada su fama, solamente soliciten ingresar estudiantes con promedios altos, digamos promedios dentro del 60% superior, en cuyo caso basta con rechazar 2 de cada 3 solicitantes para tener el 20 % de los mejores estudiantes. Hacen falta estudios más detallados para confirmar que las mejores escuelas tienen mejores maestros que incrementen los porcentajes de estudiantes buenos, por encima de la ventaja inicial de poder escoger a los mejores estudiantes por su alta demanda.

Los resultados para el 2004 son muy semejantes, excepto que Aguascalientes tiene una sola escuela entre las mejores 25, esta escuela pasó de tener el 43% al 23% de sus estudiantes dentro del 1% de los mejores en el país. La Secundaria anexa a la Normal y la de Fundación Azteca mejoraron un poco sus lugares. Sólo hay una escuela pública entre las que tienen estudiantes en el 1% del mejor examen, lo que califica a las escuelas por sus mejores estudiantes. Las escuelas deberían de calificarse por la curva de calificaciones de todos sus estudiantes, éstas no difieren demasiado comparado con la desviación normal de los datos.

Las mejores escuelas secundarias en el Distrito Federal son la secundaria anexa a la Normal y la de Fundación Azteca. Cabe señalar que la secundaria privada de Fundación Azteca sólo recibe a alumnos destacados de escuelas públicas y bajos recursos, lo que muestra que hacer una buena selección y ofrecer educación de calidad lleva a magníficos resultados. La secundaria pública anexa a la Normal, con mucho menos recursos, tiene resultados casi iguales. El asistir a una escuela privada no garantiza el éxito, como el asistir a una escuela pública no sentencia al fracaso.

NI EL CENEVAL NI LA UNAM EVALÚAN LA EFECTIVIDAD DE SU PROCESO DE SELECCIÓN, NO COMPARAN CON LOS RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DE LOS ESTUDIANTES ESCOGIDOS

En la referencia [3] el CENEVAL publica por orden de promedios a las escuelas que tienen estudiantes en el 1% de los mejores resultados por cuatro años consecutivos. La lista es de 55 escuelas secundarias de las cuales sólo una es privada. La tabla III muestra el porcentaje de estudiantes que tienen con resultados dentro de los 1% mejores, para 4 años consecutivos (2000 -2003); o sea, las 22 mejores escuelas según este criterio de calificación.

Tabla III. Porcentaje de estudiantes de cada escuela, con resultados dentro del 1% de los mejores exámenes, para cuatro años consecutivos.

Año	2003	2002	2001	2000
Fundación Azteca	25.2	24.1	19.2	9.1
Anexa a la Normal	26.5	29.2	21.7	21.9
Ofic 130 Nezahualcoyotl	11.1	5.2	4.8	5.0
Esc. Sec. Técnica 99	6.2	6.5	8.4	8.1
Gabriela Mistral	11.8	14.9	9.5	9.3
Esc. Sec. Técnica 29	4.0	4.0	5.4	4.0
República de Bolivia	7.9	9.7	9.3	3.8
República de Francia	6.6	4.6	2.3	4.5
Cuauhtémoc	5.4	4.4	4.2	3.8
Esc. Sec. Técnica 104	3.8	4.1	2.9	2.7
Esc. Sec. Técnica 32	4.0	1.7	2.6	5.1
Esc. Sec. Técnica 36	3.1	2.9	2.4	5.9
Esc. Sec. Técnica 66	2.7	3.1	1.8	2.9
Niños Heroes	2.8	1.9	1.8	2.0
Esc. Sec. Técnica 43	3.2	4.6	3.7	5.1
Rene Cassin	6.6	8.4	4.8	5.7
Esc. Sec. Técnica 97	2.1	1.5	1.8	2.8
Esc. Sec. Técnica 27	2.8	3.9	3.0	2.3
Vicente Guerrero	4.8	7.6	4.7	4.1
INEA del DF	0.3	0.4	0.3	0.5
Leopoldo Ayala	6.7	11.2	9.3	4.8
Esc. Sec. Técnica 35	3.5	1.6	2.8	2.2

La tabla III muestra las escuelas que mantienen más estudiantes dentro del 1%. El Instituto Nacional para la Educación de Adultos INEA presentó 4 470 sustentantes de los que solamente 12 quedaron dentro del 1% de mejores estudiantes, lo que hace que su porcentaje sea casi cero. La figura 3 muestra estos mismos resultados en forma gráfica.

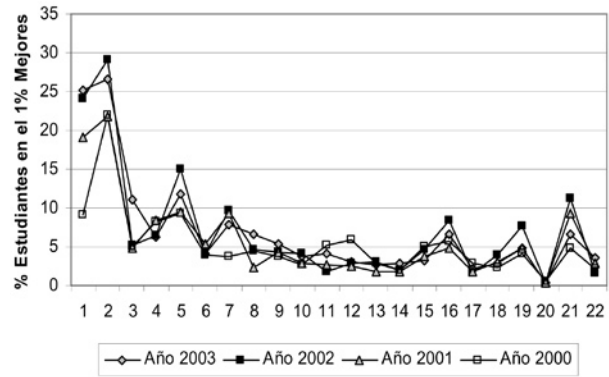


Figura 3. Porcentaje de estudiantes dentro del 1% de los mejores exámenes para las 22 escuelas de la tabla III. La mayoría de las escuelas mantienen constante su porcentaje de buenos estudiantes.

El resultado que se observa en la figura 3, no es muy conocido. Pone de manifiesto que la educación pública puede ser excelente. Algunas escuelas privadas lograron tener hasta el 45% de sus estudiantes en el 1% de los mejores exámenes en el año 2003; resultado que no refrendaron en los exámenes de otros años. Este resultado sugiere que los datos de las escuelas deben publicarse solamente después de un seguimiento de varios años, y que se debe incluir el porcentaje de estudiantes que presentaron la prueba para evitar que la tomen solamente los mejores alumnos de alguna escuela.

Para poder evaluar al sistema privado sería necesario conocer el porcentaje de rechazo de las solicitudes de ingreso y el porcentaje de alumnos que presentan el examen. Con esta información se podrían comparar los sistemas públicos y privados. Es posible que las diferencias observadas se deban, más al porcentaje de rechazo de las escuelas que a diferencias socio-económicas en los estudiantes.

LAS BUENAS ESCUELAS MUESTRAN RESULTADOS CONSISTENTES EN AÑOS CONSECUTIVOS

Los datos del Ceneval para la ZMVM permiten calificar a todas las escuelas públicas y la mayor parte de las privadas del Valle de México, aunque es necesario revisar los datos de unas cuantas escuelas que presentan desviaciones del comportamiento promedio. Sería deseable que los padres de familia tuvieran acceso a los resultados del examen de Ceneval para la ZMVM para que pudiesen elegir la escuela que más les conviene, ya sea por motivos académicos, religiosos, de idiomas o cualquier otra consideración. Esta información permitiría cubrir dos objetivos: que los padres de familia escojan con mayor conocimiento y para ayudar a las escuelas que aparezcan con bajo rendimiento. Hay estudios sobre los efectos del contexto en que se desenvuelven los estudiantes, pero no encontramos datos que incluyan el promedio de primaria o el grado de rechazo de la secundaria, factores que posiblemente expliquen la diferencia en las curvas de conocimientos de los egresados. La eficiencia de una escuela se mide por la diferencia entre los conocimientos de salida comparados con los de entrada, tal y como se viene realizando no es posible distinguir en que nivel los alumnos poseían los conocimientos por los que se les está evaluando.

El Ceneval publica Guías para la preparación de sus exámenes que contribuyen a la unificación de los programas de secundaria, sería deseable que contuvieran más reactivos conceptuales para fomentar el razonamiento sobre la memorización de los conocimientos.

La prueba Enlace de la SEP

En la página WEB de la SEP se encuentran los resultados de las pruebas aplicadas en 2006 y 2007, en las escuelas primarias y secundarias de todo el país. En particular revisamos los datos de las escuelas secundarias en el Distrito Federal, públicas y privadas. En el lado positivo podemos decir que se publican la totalidad de los reactivos utilizados para explorar los conocimientos de español y matemáticas de los participantes. A pesar de las precauciones tomadas encontramos entre 2 y tres preguntas sin ninguna respuesta correcta y preguntas con problemas en la redacción de los reactivos. Es necesario que también se publiquen las respuestas calificadas como buenas, ya que puede haber errores al elegir la respuesta correcta.

La calificación proporciona diferente peso a los reactivos según su grado de dificultad, e incluye una calificación global para español y para matemáticas. Los resultados se distribuyen en cuatro grupos: insuficientes, elemental, buenos y excelentes; dando los porcentajes de estudiantes de cada escuela en cada nivel. Si se tuviera la calificación de número de respuestas buenas para cada estudiante podríamos comparar con los resultados del INEE. Generalmente los estudiantes excelentes son de una fracción pequeña de los estudiantes buenos.

Tabla IV. Comparación entre los sistemas público y privado según los resultados de la prueba Enlace. Español (Esp), Matemáticas (Mate).

3º. SECUNDARIA					ANEXA A LA NORMAL			
	Esp 2006	Esp 2007	Mate 2006	Mate 2007	Esp 2006	Esp 2007	Mate 2006	Mate 2007
Públicas								
Insuficiente	37%	32%	62%	59%	1%	0%	4%	1%
Elemental	48%	48%	34%	37%	17%	7%	47%	32%
Bueno	15%	19%	4%	4%	69%	63%	40%	55%
Excelente	1%	1%	0%	0%	14%	30%	9%	13%
Privadas					Fundación Azteca			
Insuficiente	14%	8%	29%	24%		0%		0%
Elemental	40%	33%	54%	53%		0%		18%
Bueno	41%	51%	15%	20%		56%		56%
Excelente	5%	8%	2%	3%		44%		26%

La tabla IV compara globalmente los resultados obtenidos en dos años consecutivos por las escuelas públicas y privadas del Distrito Federal. Se mencionan las escuelas secundarias Anexa a la Normal y la de Fundación Azteca por que son las que han obtenido los mejores resultados en las pruebas del Ceneval.

Las figuras 4 y 5 comparan los porcentajes de los estudiantes que en cada escuela obtuvieron resultados excelentes en las pruebas de Español y Matemáticas en las escuelas secundarias del Distrito Federal [4]. La figura 4 se refiere a las secundarias públicas y la figura 5 a las secundarias privadas. Se nota que hay muchas escuelas privadas con porcentajes altos de estudiantes excelentes. Resultados semejantes han encontrado en las pruebas del Ceneval, pero los resultados de varios años son los que realmente califican a las escuelas.

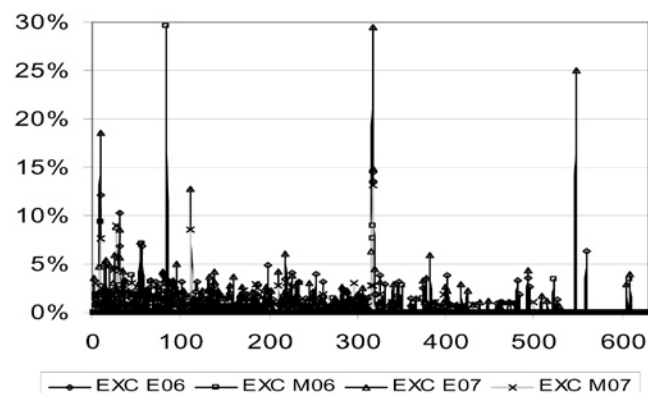


Figura 4. Por ciento de estudiantes en el nivel de Excelente (EXC) en las secundarias públicas del Distrito Federal para Español (E) y Matemáticas (M) en los años 2006 y 2007. El eje horizontal marca el número de la escuela. Nótese que hay pocas escuelas con más del 5%

LA PRUEBA ENLACE MUESTRA DEMASIADAS ESCUELAS CON PORCENTAJES MUY ALTOS DE ESTUDIANTES EXCELENTES

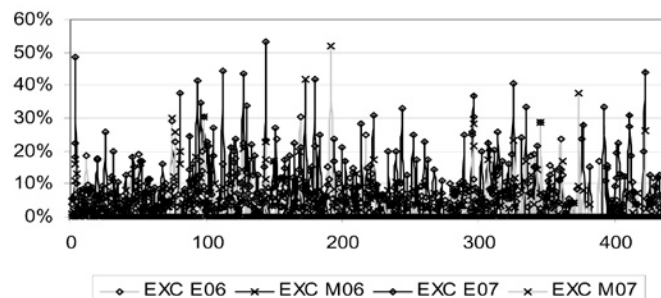


Figura 5. Por ciento de estudiantes en el nivel de Excelente en las secundarias privadas del Distrito Federal para Español (E) y Matemáticas (M) en los años 2006 y 2007. Nótese que hay muchas escuelas con más del 10%.

Las escuelas privadas tienen intereses en que sus estudiantes obtengan calificaciones altas en este tipo de pruebas. El periódico Reforma en su edición del domingo 21 de enero de 2007 publicó que de las 100 mejores escuelas solamente 14 eran públicas, cuando la página WEB de la SEP decía que de las 120 mejores secundarias solamente 14 eran privadas. En los datos de Enlace, unas cuantas escuelas particulares tienen muchos estudiantes excelentes, tantos como buenos, y están

vacíos el primero y segundo niveles. Esto no se observa ni siquiera en las escuelas con la máxima demanda que les permite escoger a los mejores alumnos de la ciudad. Esto indica interferencia positiva durante la aplicación del examen, lo que hace necesario esperar los datos de varios años para realmente calificar a las escuelas. La evaluación debe ser herramienta de progreso, y en este caso parece estar al servicio de intereses mercantiles.

Resulta curioso que las pruebas del Ceneval para elegir a los estudiantes con mejores probabilidades de terminar sus estudios contengan preguntas de todas las materias de la secundaria, siendo que todo indica que son los resultados en Español y Matemáticas los que tienen más peso para esta predicción. En contraposición, las pruebas del INEE y de Enlace que pretenden calificar a las escuelas solamente toman en cuenta al Español y a las Matemáticas para calificar a las escuelas, siendo que deberían evaluar todas las materias para poder detectar las áreas que necesitan apoyo.

LA PRUEBA PISA DE LA OCDE

La prueba PISA se aplica a estudiantes de 15 años de los países miembros de la OCDE, con resultados relativamente malos para los estudiantes mexicanos. La prueba PISA no pretende calificar a las escuelas, sino a los sistemas educativos de los países miembros. Consultando en Internet algunos ejemplos de las preguntas utilizadas se entiende por qué salimos mal. Las preguntas de PISA requieren entender y razonar, y a nuestros estudiantes los entrenamos para memorizar. Aunque los temas de estudio para esas edades son prácticamente los mismos en todo el planeta, la diferencia está en cómo se enseña y evalúa. Todos los maestros enseñan lo mismo, pero todos recordamos a unos cuantos grandes maestros que dan una clase diferente. Nos inducen a razonar, con el ejemplo y con los exámenes. La mayoría de los exámenes mexicanos son básicamente memorísticos, pero en estos tiempos de Internet, cualquiera puede obtener una gran cantidad de información en poco tiempo, pero pocos saben interpretarla. Hay mucha información falsa o tendenciosa que necesitamos descartar. Por esto es necesario inducir el razonamiento como parte de la cultura y la enseñanza de las Ciencias se presta para este aprendizaje. Además de lo que se enseña, es crucial cómo se enseña. Podemos motivar el aprendizaje aprovechando la utilidad en la vida diaria de los conocimientos y/o el placer que causa entender como herramientas didácticas.

Nuestros estudiantes estudian para pasar el examen, muy pocos lo hacen por el placer de entender. Necesitamos creatividad en el diseño de las preguntas, como lo demuestran los ejemplos publicados de la prueba PISA. Las preguntas utilizadas por los maestros en la primaria y secundaria, las pruebas del INEE, las del CENEVAL y las de Enlace son básicamente memorísticas. Nuestros estudiantes están entrenados en este tipo de reactivos, no es sorprendente que no sepan qué hacer cuando se les cambia la jugada. No es que no sepan las cosas, lo que pasa es que no saben que saben. Es necesario entrenarlos en este tipo de preguntas. Necesitamos cambiar el espíritu de las evaluaciones en el país. Debemos proporcionar a los profesores ejemplos de preguntas conceptuales en todos los temas de los programas de estudio.

Debemos aprender de la prueba PISA, dar a conocer ejemplos de la misma a los estudiantes participantes, así como sus respuestas. Esto constituye material de apoyo para los maestros en funciones, quienes deben de enseñar de manera tal que sus estudiantes puedan contestar este tipo de exámenes. En contraste la prueba Enlace publicó en Internet unos cuantos reactivos de la prueba de secundaria, dado que se les comentó que había errores en algunas preguntas, en lugar de corregirlos y revisar preguntas y respuestas, los retiraron de la página de Internet.



Conozco varios intentos de reformas al proceso educativo, todas con objetivos ideales de enseñar a razonar, pero alejadas de los profesores en acción. Si no se les proporciona herramientas, si no se les enseña cómo lograrlo, no es posible esperar que se lleven a cabo. Todas estas reformas requieren preguntas de evaluación diferentes. Ninguna reforma ha tocado los procesos de evaluación. Se dan computadoras en primaria, cuando no se tienen en todas las secundarias, ni se entrena a los profesores en sus aplicaciones a la clase.

La buena noticia es que el portal del INEE (www.inee.edu.mx) tiene tres pruebas PISA que pueden consultar profesores y estudiantes. Si los profesores quieren que sus estudiantes salgan bien, necesitan cambiar sus métodos de enseñanza para que sus estudiantes puedan contestar ese tipo de preguntas. Los estudiantes entenderán que es necesario relacionar los conocimientos que tienen en la memoria, en el proceso que llamamos razonar. Ojala todas las evaluaciones que se aplican en México siguieran este ejemplo de usar preguntas que impliquen razonamientos, y que se den a conocer las respuestas correspondientes. Esto cambiará a la larga, las maneras particulares de enseñar.

No creo en las revoluciones, creo en la evolución continua de los procesos. Si se logra definir un conjunto de preguntas conceptuales, que abarquen los temas de los diferentes programas de estudio, le estamos definiendo tanto a profesores como estudiantes, lo que esperamos de ellos; esto es un primer paso para cambiar el proceso de enseñanza – aprendizaje en el país.

PODEMOS APRENDER DE LA PRUEBA PISA A ELABORAR PREGUNTAS QUE REQUIEREN ENTENDER Y RAZONAR PARA CONTESTARLAS

El siglo pasado fue testigo de los cambios más radicales en el conocimiento y nivel de vida de la humanidad. Todo indica que este siglo será todavía más rico en resultados, y tenemos que ser parte de los cambios. Nuestros hijos y conciudadanos tienen derecho a la mejor educación posible para sus hijos, necesitan conocer los resultados de las escuelas en la población en que viven. Es posible que encuentren una escuela de calidad en las cercanías de su domicilio, reduciendo los problemas de tránsito e incrementando el tiempo útil diario para las actividades de sus hijos.

REFERENCIAS

1. Bases de datos de Estándares Nacionales 2003 y 2004, en el sitio www.inee.edu.mx
2. Termómetro. Secundarias con alumnos dentro del 1% superior en el EXANI-I (2002-2003), Boletín CENEVAL, 14, junio de 2005.
3. Este País, Ordenamiento de escuelas secundarias con base en los resultados de sus alumnos en el examen de ingreso a la educación media superior de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, julio 2002- junio 2003, CENEVAL
4. Página WEB de la SEP- Prueba Enlace



PLANTAS TERMOSOLARES DE CONCENTRACIÓN SOLAR PARA MÉXICO: TECNOLOGÍA DE TORRE CENTRAL

RAFAEL E. CABANILLAS LÓPEZ

Las Fuentes Renovables de Energía han tenido un desarrollo impresionante en los últimos años, tanto en los aspectos tecnológicos como en los económicos han podido presentar alternativas interesantes para mitigar la gran necesidad de energía de nuestra actual sociedad que busca disminuir su dependencia del petróleo y de los combustibles fósiles.

Grandes proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables están en construcción y muchos más se agregan a la lista día tras día. Esto avizora un área de oportunidad para el crecimiento de compañías, de nuevas carreras profesionales y de líneas de investigación que tendrán que surgir para apuntalar esta demanda.

La tecnología de Torre Central se proyecta como una de las más viables formas de aprovechar la radiación solar. Ya se están utilizando este tipo de tecnologías en algunos países del mundo, pero esto apenas inicia, se encuentra en su etapa de arranque, por lo que en México y en especial en Sonora estamos a tiempo de jugar un papel importante.

DR. RAFAEL E. CABANILLAS LÓPEZ
Correo: rcabani@iq.uson.mx
Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia
Universidad de Sonora.

EL PANORAMA ENERGÉTICO EN MÉXICO

Para México y para el mundo existe la imperiosa necesidad de iniciar la migración de un sistema energético basado en el petróleo a esquemas de producción y consumo de energéticos más limpios y perdurables. Los problemas ocasionados por el consumo de hidrocarburos para mantener la demanda creciente de energía que la sociedad actual requiere, están en continua fase de agudizamiento. En las últimas décadas, México al poseer reservas de petróleo en su territorio, ha podido mantener un desarrollo que no se ha visto seriamente limitado por falta de energéticos, sin embargo esta aparente fortuna también ha generado los problemas intrínsecos que conlleva el uso de este energético: contaminación directa por derrames, contaminación local-regional por su consumo y contaminación mundial al contribuir al calentamiento global. Un punto especialmente sensible para el sistema energético mexicano es el uso excesivo de los hidrocarburos para la producción de energía eléctrica, que llega a ser de 94% [1]. Se le suma la alta dependencia de gas natural de los denominados "productores independientes", que cuentan con plantas de ciclo combinado ubicadas en su mayoría en el norte del país y que utilizan gas natural, el cuál es mayormente importado de EU. En México la tasa de crecimiento de la generación eléctrica tiene que ser de al menos 5% anual para poder satisfacer la demanda interna [2]. Las preguntas son: ¿cómo se deberá cubrir esta demanda?, ¿se podrá seguir haciendo plantas basadas en combustibles fósiles?, o ¿existen otras tecnologías que permitan el desarrollo sustentable de la sociedad mexicana?.



FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES

Una posible respuesta viene, desafortunadamente, desde otros países. El rápido crecimiento de aplicaciones de las fuentes renovables en el mundo en los últimos años, ha sobrepasado todas las expectativas efectuadas en los años 90's, desde la energía eólica, la biomasa y los biocombustibles, hasta la energía solar. Casi todos los países del mundo están incluyendo en sus políticas energéticas el impulso de las fuentes renovables como un factor importante para la sustentabilidad de sus sistemas energéticos y, empiezan a destinar fondos públicos tanto en apoyo para investigación, como para impulsar las industrias del ramo.

Vasta tomar tres ejemplos para mostrar este crecimiento: el aumento de la capacidad instalada de generación eléctrica con energía eólica a nivel mundial, el incremento de generación eléctrica con fotoceldas en Alemania en el 2007 y el incremento de las exportaciones chinas en colectores solares térmicos.

La capacidad instalada con energía eólica en el mundo a finales del 2007 fue de 94,123 MW, que significa un aumento del 27% con respecto al 2006 (20,070MW), lo que significa 4.4 veces la capacidad que se tenía a principios de la década. En la figura 1 se muestra la capacidad acumulada instalada desde 1996 hasta el 2007 [3].

GLOBAL CUMULATIVE INSTALLED CAPACITY 1996-2007

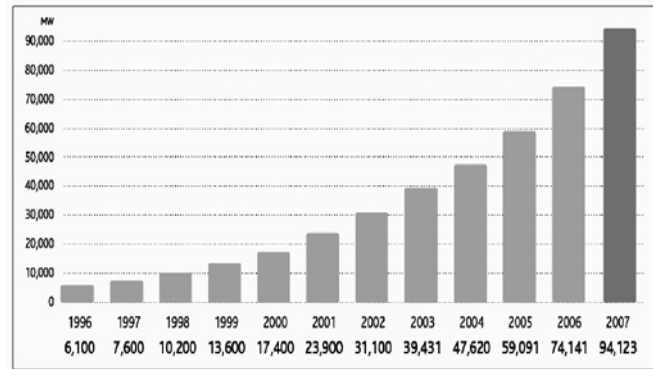


Figura 1. Capacidad mundial acumulada instalada de generación eléctrica con energía eólica[3].

En el 2007 Alemania instaló más de mil megavatios con generación eléctrica a base de celdas fotovoltaicas, elevando a 3,800 MW su capacidad instalada. Los 1.100 MW fotovoltaicos superan a los nada despreciables 750 MW que el país germano instaló en 2006. Las nuevas instalaciones alemanas contribuyeron a elevar a 3 TWh la generación fotovoltaica, cantidad muy superior a los 2,22 TWh del año anterior o a los 1,3 TWh de 2005. Otro país, España, instaló más de 428 MW fotovoltaicos el año pasado, es decir, que registró un incremento de un 440%. En Alemania la Bundesverband Solarwirtschaft calcula que el sector abarca aproximadamente a 10.000 empresas que dan empleo a unas 40.000 personas [4].

Las exportaciones de China en el renglón de colectores solares térmicos pasaron de 500 mil metros cuadrados a 2 millones del 2005 al 2006 [6], lo que significa un incremento de 4 veces en un año, en la figura 3 se muestra las exportaciones chinas de colectores solares térmicos en los últimos años.

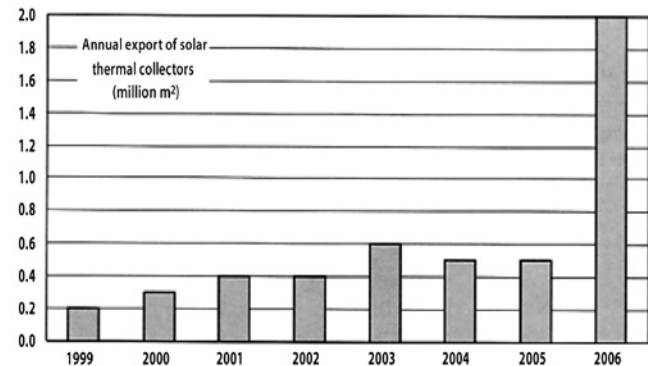


Figura 3. Exportaciones chinas de colectores solares en millones de m²[6]

LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ENERGÍA SOLAR

Existen dos formas básicas para producir energía eléctrica a partir de la energía solar: la fotovoltaica y la fototérmica, las cuales utilizan procesos enteramente distintos para lograr el mismo objetivo: generar electricidad. Mientras que la fotovoltaica utiliza el fenómeno conocido como fotoeléctrico, donde electrones de materiales semiconductores son energizados por fotones solares y pasan de la banda de valencia a la banda de conducción, lo cual permite generar una corriente eléctrica, la forma fototérmica convierte los fotones solares en calor para aprovechar

este en algún proceso termodinámico y convertirlo en energía mecánica y, de esta forma a su vez mover un generador eléctrico.

El desarrollo de las fotoceldas en los últimos años ha tenido un impresionante cambio en su masificación, más no en sus eficiencias de transformación. Nuevos materiales y mejoras paulatinas son los cambios que han sufrido los módulos solares en muy poco tiempo. Entre los factores que han dado impulso a su utilización resaltan los aumentos importantes en el precio del petróleo y la confiabilidad de su operación. El mercado de módulos fotovoltaicos llegará según estimaciones a 32 mil millones de dólares para el 2012 [7].

CONCENTRADORES SOLARES PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Entre los procesos fototérmicos para la producción de energía eléctrica destaca la utilización de concentradores solares, que son dispositivos que aumentan la densidad de radiación solar en áreas específicas buscando mejorar la eficiencia de conversión de calor en trabajo. Dependiendo del tipo de la óptica utilizada para la concentración, en la parte térmica con concentradores se han desarrollado tres tecnologías para la producción de energía eléctrica: a) canal parabólico, b) disco parabólico y c) torre central. A continuación se describe cada una de ellas:

a) Canal parabólico

Esta tecnología utiliza un reflector de canal cilíndrico parabólico, el cual refleja los rayos solares en el foco de la parábola, que es un tubo con superficie selectiva para absorber la mayor cantidad de radiación incidente y una cubierta de vidrio para evitar las pérdidas de calor al ambiente por convección, como se muestra en la figura 4. Por el interior del tubo-receptor fluye aceite el cual es el fluido térmico para recuperar el calor de todos los concentradores y almacenarlo en grandes contenedores. Existen plantas operando bajo esta tecnología en Estados Unidos de Norteamérica y en Australia, pero se tienen planes en otros cinco países. Los EU tiene instalados alrededor de 420 MW en plantas como las denominadas SEGS en el estado de California con un total de 354 MW y la más reciente construida en Nevada con una capacidad de 64 MW, inaugurada en el 2006 [8].



Figura 4. Vista del arreglo de canales parabólicos en la SEGS en California.

b) Disco parabólico

Otra tecnología de concentración solar para la producción de electricidad es el denominado disco parabólico que, como su nombre lo indica, consiste de una superficie reflectora en forma de disco y la cual enfocada en dirección normal a los rayos solares los refleja en una área muy pequeña denominado foco. En esta pequeña área se coloca el receptor, que para aplicaciones de producción de electricidad se instala un motor térmico Stirling, enfriado normalmente por aire atmosférico. El motor transfiere su energía mecánica a un generador eléctrico que ha sido acoplado al mismo conjunto, (figura 5). Todo el sistema debe moverse en conjunto para ir siguiendo el movimiento solar. Se han construido prototipos con potencias de 5, 7 y 25 kW. La tecnología de disco Stirling como se le conoce en el ambiente solar, se encuentra en fase de desarrollo y las plantas a gran escala se planean estén funcionando en pocos años [9].

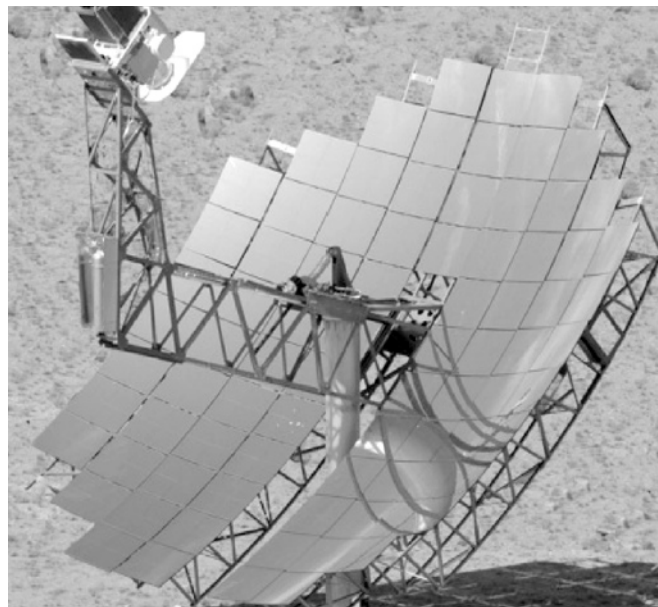


Figura 5. Concentrador de disco con motor Stirling y generador eléctrico integrado.

c) Torre Central

Esta tecnología parte del concepto de enviar una gran cantidad de energía a un receptor central fijo, para lograr esto se utilizan heliostatos, los cuales son dispositivos mecánicos que soportan espejos y que siguen el movimiento solar para reflejar los rayos recibidos a un objetivo fijo que generalmente se encuentra a una altura determinada sobre una torre, de ahí su nombre de torre central. Los espejos reflectores de radiación solar se encuentran esparcidos sobre el terreno y son móviles para ir siguiendo al sol y colocar el haz reflejado en el receptor de la torre, el sistema donde están montados los espejos se denomina heliostato, ver figura 6.

Una planta de Torre Central cuenta con un campo de cientos de heliostatos que son controlados por computadoras para estimar sus movimientos durante el transito solar, desde un centro de control.

En el receptor central colocado en la torre se recibe la radiación solar y el calor es aprovechado para producir vapor y generar electricidad en un ciclo termodinámico como en cualquier planta termoeléctrica convencional, como se muestra en la figura 7.

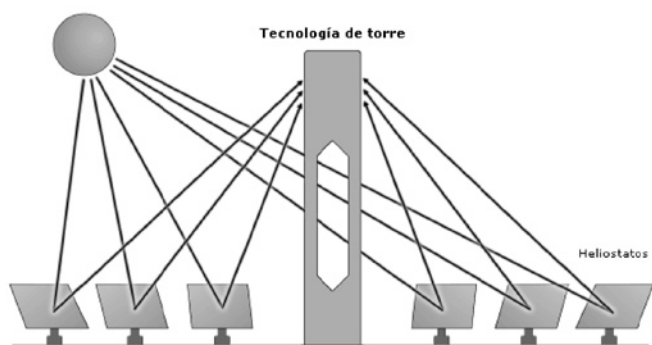


Figura 6. Esquema básico de la tecnología de torre central.

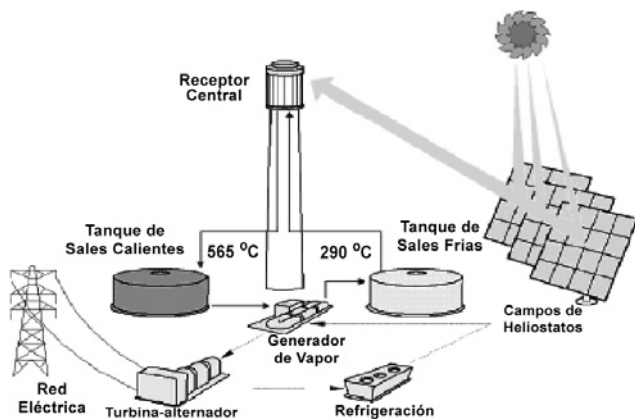


Figura 7. Esquema de una Planta de Torre Central para la generación de electricidad.

PLANTAS DE TORRE CENTRAL EN EL MUNDO

Las experiencias, a nivel mundial, en la construcción de plantas de torre central inician en los años 80's. Se han construido plantas de torre central en Francia, Israel, Australia, España y Estados Unidos. En los EU se instalaron dos plantas: la primera en instalaciones del Laboratorio Nacional de SANDIA (Albuquerque, NM) y, en Barstow, California. Los primeros intentos de utilizar esta tecnología en producción de energía eléctrica se tuvieron en las denominadas Solar One y Solar Two, en Barstow, California. Una vista aérea de la planta Solar Two se muestra en la Figura 8.

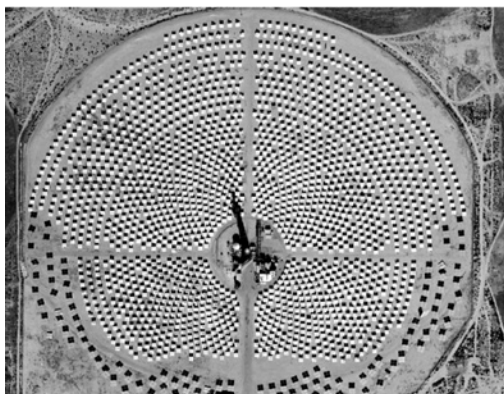


Figura 8. Vista aérea de la Planta Solar Two.

En España se construyeron, también, dos plantas de prueba en la Plataforma Solar de Almería. Las experiencias adquiridas en estas anteriores plantas, dieron como origen la primera planta solar de torre central comercial, la PS10 o Solar Tres, inaugurada el 30 de marzo del 2007 tiene una capacidad de 11 MW y se encuentra localizada en las cercanías de la ciudad de Sevilla, en el municipio de Sanlúcar la Mayor, España. En la foto 9 se muestra la PS10.

La PS10 cuenta con 624 heliostatos de 120 m² cada uno y, una torre de 115 metros de altura donde se encuentra instalado el receptor solar y la turbina. En construcción se encuentra otra planta (PS20) de el doble de capacidad (20 MW), con 1,255 heliostatos de igual área de reflexión que los utilizados en la PS10 es decir de 120 m² cada uno, en este caso la torre será de 160 metros de altura. Estas plantas forman parte de una plataforma de generación de 300 MW con diferentes tecnologías solares, el cual se proyecta terminar para el año de 2013.



Figura 9. Planta Solar de Torre Central en Salúnkar la Mayor, España.

ELEMENTOS GENERALES DE UNA PLANTA DE TORRE CENTRAL (PTC).

Una PTC está compuesta principalmente por los siguientes elementos:

1. Campo de Heliostatos
2. Receptor
3. Torre y sistema de tuberías
4. Sistema de almacenamiento térmico
5. Sistema de generación de vapor
6. Sistema de generación eléctrica
7. Sistemas de control
8. Otros

Basados en las últimas experiencias se encuentra que el componente que posee el mayor costo es el campo de heliostatos con un 43%, seguido por el receptor con un 18%. El sistema de generación eléctrica tiene un 13%, mientras que el sistema de almacenamiento térmico llega hasta el 8% y, finalmente el sistema de generación de vapor con el 2%.

HELIOSTATOS

Una de las partes esenciales de la tecnología de torre central es sin duda el diseño de los heliostatos. Estos dispositivos tienen la función de re-direccionar los rayos solares directos para colocarlos en el receptor central que se encuentra en la torre, para lograr esto, cada heliostato tiene que tener movilidad en dos ejes, tanto en dirección acimutal como en altura sobre el horizonte, ambos movimientos deben ser controlados con precisión en el tiempo y como en la posición espacial.

La evolución de los heliostatos en las últimas décadas ha sido muy importante, su objetivo sigue siendo el mismo; mantener el haz de luz solar reflejado sobre un blanco fijo, sin embargo sus materiales y funcionamiento han variado notablemente.

El diseño actual incluye generalmente una gran área de reflexión, una estructura mecánica rígida para sostener los espejos y soportar los vientos, además cuentan, ya no con mecanismos de relojería como en la antigüedad, sino con motores de pasos para darles el movimiento y la orientación requeridos, así como con dispositivos electrónicos de control de seguimiento. En los campos de torre central, normalmente los heliostatos son controlados por una computadora central la cual calcula para cada heliostato, dada su posición, el desplazamiento necesario para seguir proyectando el haz de luz solar sobre el blanco fijo, figura 10.

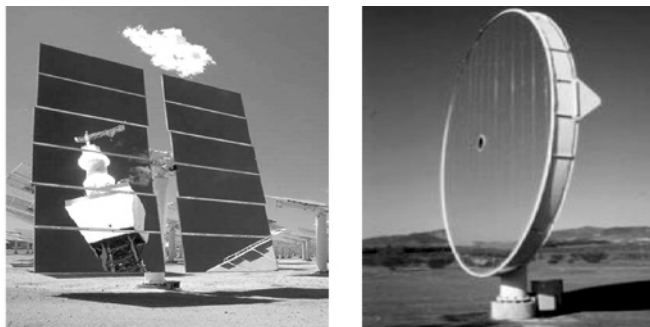


Figura 10. Fotos de distintos tipos de heliostatos desarrollados a finales de los años 80's.

En un campo de heliostatos, la distribución de los mismos sobre el terreno es resultado de un complicado estudio geométrico de posición, donde intervienen variables tales como el efecto coseno, el sombreado y el bloqueo.

VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PTC EN MÉXICO

Nuestro país presenta algunas ventajas importantes para el uso de este tipo de tecnologías, entre estas se pueden destacar las siguientes:

a) Insolación

En términos de Radiación Directa Normal, México presenta valores muy convenientes para la explotación del recurso solar usando tecnologías de concentración solar. En la figura 11, se muestra el mapa de Norte América con la cantidad de Radiación Directa Normal, donde se puede observar que más de la mitad del país es susceptible de utilizarla.

b) Ubicación

El territorio mexicano se encuentra comprendido entre los paralelos 15° N y 30° N, esto permite utilizar campos de heliostatos que tengan menor área debido al factor coseno (que se explicó anteriormente), con un análisis simple se puede concluir que el uso de suelo puede ser mejorado entre un 5 a un 20%, comparado con las plantas existentes las cuales han sido construidas por arriba del paralelo 37° N. Esto afecta positivamente el tamaño de los campos de heliostatos ya que esto significa que para una potencia dada el terreno ocupado por el campo de heliostatos será menor que el utilizado en regiones que se encuentren en paralelos más alejados del ecuador.

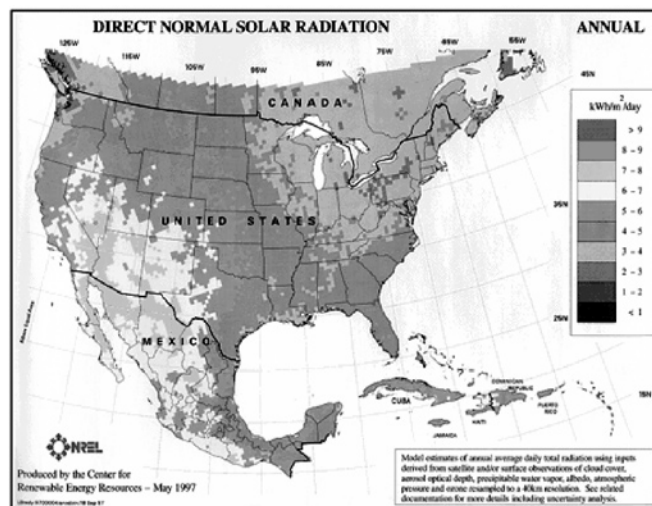


Figura 11. Mapa de la Radiación Directa Normal en Norteamérica(NREL).

c) Extensiones de terreno grandes

En los estados del norte y noroeste se tienen extensiones de terrenos sin un uso productivo por falta de agua y por el clima extremo, estas áreas son susceptibles a ser usadas sin afectar el ambiente o actividades productivas (como en el caso de las presas), además a menores costos que en otras regiones.

d) Infraestructura industrial.

Las características que presenta la tecnología de las PTC, hacen posible que la industria nacional pueda adaptarse fácilmente a una producción en masa para cubrir la demanda de heliostatos, y algunos otros componentes de las PTC.

PROYECTO DE LABORATORIO NACIONAL.

Actualmente se está desarrollando el proyecto denominado Laboratorio Nacional de Concentración y Química Solar, el cual es liderado por la UNAM y donde co-participa la Universidad de Sonora. Con fondos de CONACYT y de estas dos instituciones el monto total está proyectado sea de 39 millones de pesos. Bajo la dirección del Dr. Claudio Estrada Gasca del Centro de Investigación en Energía (CIE-UNAM), alrededor de 30 investigadores de ambas universidades participan en lo que viene a ser el esfuerzo coordinado más importante en el impulso de tecnologías de concentración solar en nuestro país.

El proyecto de Laboratorio Nacional está dividido en tres subproyectos principales: Horno Solar de Alta Temperatura, Planta de Destoxificación Solar y Campo de Prueba de Heliostatos. Los primeros dos subproyectos serán construidos en instalaciones del CIE-UNAM, que se encuentra en Temixco, Morelos. El Campo de Prueba de Heliostatos (CPH), se construirá en Hermosillo, Sonora, lugar idóneo por su abundante recurso solar. Sonora es una de las regiones, no solo de México sino también del mundo, que cuenta con mayor incidencia de radiación solar. Con mediciones y estudios realizados en la UniSon se ha determinado que la irradiación solar global horizontal anualizada para Sonora tiene valores entre 5.1 a 6.1 kWh/m²-día [10], ver figura 12. Estos son valores realmente altos si consideramos que en el verano el valor diario promedio mensual para la ciudad de Hermosillo es de alrededor de 9 kWh/m²-día.

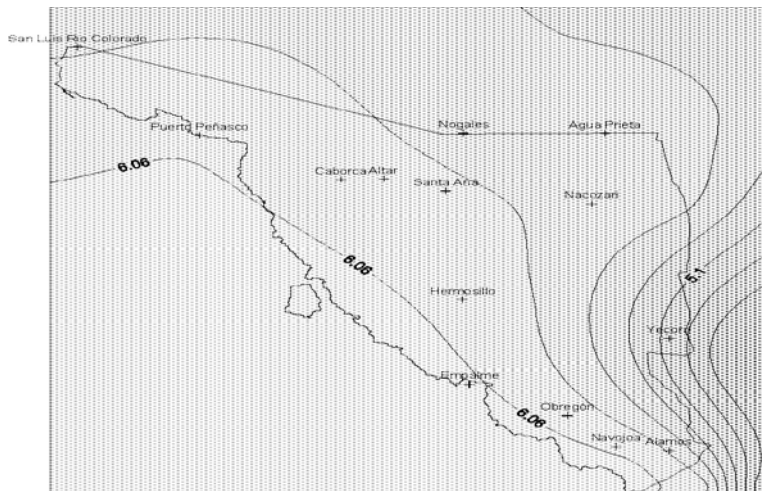


Figura 12. Radiación solar global horizontal anualizada en kW/m²-día para el Estado de Sonora [10].

CAMPO DE PRUEBAS DE HELIOSTATOS

El Campo de Prueba de Heliostatos (CPH) se construirá en terrenos del Departamento de Agricultura y Ganadería de la UNISON, ver figura 13. Estos terrenos se encuentran a 20 Km de Hermosillo sobre la carretera que conduce a Bahía Kino.

El CPH contará en un inicio con una Torre Central, un edificio de laboratorios y se acondicionará el terreno para la instalación de distintos tipos de heliostatos. La finalidad es hacer pruebas de desarrollo tecnológico para las distintas partes que conforman los heliostatos, desde los mecanismos de seguimiento, las estructuras de soporte y cimentación, hasta pruebas de optimización óptica. Se pretende contar con la instrumentación necesaria para el perfeccionamiento de los procesos de instalación, alineación, calibración y operación de los heliostatos. Así mismo en la parte de receptores solares de alto flujo radiativo se podrá contar con una torre versátil que permita la instalación de distintos tipos de equipos para medir eficiencia de reflexión y de distribución de flujo radiativo.



Figura 13. Terrenos donde se instalará el Campo de Pruebas de Heliostatos en Hermosillo, Sonora.

El CPH además de estar dedicado al estudio y desarrollo de la tecnología de torre central, se podrá contar con una plataforma de pruebas y ensayo de otros tipos de equipos solares que requieran ser evaluados en condiciones de operación normalizados.

Se consideramos de gran importancia para la industria nacional poder contar con instalaciones apropiadas para el estudio no solo de concentradores solares, sino de otros equipos solares. El esquema de colaboración que se ha planteado es de facilitar a toda institución de investigación, compañías privadas o desarrolladores particulares, la utilización de estas instalaciones.

CONCLUSIONES GENERALES

En el presente trabajo se presentó un panorama general del estado actual de la tecnología de generación de electricidad en Plantas de Torre Central usando energía solar térmica, con énfasis en su aplicación en México. Se encuentra un contexto mundial propicio para la aplicación de fuentes renovables de energía generado por el alza constante del costo del petróleo y por la inevitable sustitución de los combustibles fósiles para evitar los impactos al medio ambiente.

La generación de electricidad por medio de la concentración solar térmica es una de las tecnologías más prometedoras. Se tienen tres opciones para usar concentración solar: la de canal parabólico, la de disco parabólico y la de torre central. Las tres cuentan con prototipos ya probados y en vías de comercialización, siendo la de canal parabólico la más extendida con casi 400 MWe instalados y funcionando, le sigue la de torre central con varias plantas construidas y al menos una en operación comercial y, la de disco parabólico que se encuentra en proceso de construcción una planta en California.

En base a la información mostrada se observa que la tecnología de PTC se encuentra en su fase de emergente pero con aplicaciones ya en el mercado energético mundial como lo muestra la planta española PS10. Las expectativas son que en pocos años se extienda más, ya que se encuentran en construcción otra planta en España (PS20) con mayor capacidad y se tienen contratos para estudios en diferentes países.

La tecnología de torre central tiene una distribución de costos en la que aparece el campo de heliostatos como el componente con mayor inversión (43%), seguido por el receptor térmico (18%) y por el sistema de generación eléctrica (13%), entre otros. Esto sugiere que tanto los heliostatos como el receptor térmico son susceptibles de ser optimizados para bajar sus costos actuales y hacer más competitiva esta tecnología.

El precio del kWh eléctrico producido en las Plantas de Torre Central es especialmente sensible al costo del heliostato. Estudios económicos señalan que un precio cercano a 100 dólares/m², hacen aun más viable la utilización masiva de la tecnología de PTC, el precio actual es de 140 \$/m² por lo que mayor investigación y desarrollo en la construcción de heliostatos es requerida para lograr esta meta.

México presenta ventajas importantes para la aplicación de la tecnología de PTC que pueden ser clasificadas como: geográficas al estar cerca del ecuador y recibir con menor inclinación los rayos solares, abundancia de recurso solar al poseer valores de irradiación solar de los mayores del mundo y de poseer una masa crítica de recurso humano preparado en energía solar al contar con organización de profesionistas en el ramo, además de instituciones educativas con programas que cubren desde la licenciatura hasta el doctorado en el área, asimismo se cuenta en el país con la capacidad básica de investigación para arrancar un extenso programa en el uso de la tecnología y, finalmente contar con organización civil que reúne profesionistas, investigadores y público en general en torno del uso de la energía solar (ANES).

Finalmente se presenta una breve descripción del proyecto de Laboratorios Nacionales de Concentración Solar y Química Solar, el cual es financiado por CONACyT en conjunto con la UNAM y la UniSon en lo que resulta ser, actualmente, el mayor esfuerzo de coordinación nacional para el desarrollo de tecnologías de concentración solar.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. CFE, tomado en sep2007 <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/termoelectrica/>
2. Secretaria de Energía http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Prospectiva%20Sector%20Electrico%20FINAS.pdf
3. Global Wind Energy Council, Brussels, 6 February 2008. From <http://www.gwec.net/>
4. BundesverbandSolarwirtschaft, 20 de enero del 2008 <http://www.lageneraciondelsol.com/secciones/lomasinformativo/noticias/noticia.asp?noticia=904>
5. United Nations Environment Programme (2007, June 21). UN Issues Analysis Of Global Investors' Sustainable Energy 'Gold Rush'. ScienceDaily. Retrieved March 2, 2008, from <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/06/070620103621.htm>
6. China catches up on technology, SUN & WIND ENERGY, 3/2007, pag. 51-61.
7. PV-TECH, 8 December 2007, <http://www.pv-tech.org/content/view/213/55/>
8. U.S.Parabolic Trough Power Plant Data, Enero 2008, http://www.nrel.gov/csp/troughnet/power_plant_data.html
9. Stirling Energy Systems, Inc, Enero 2008, http://www.stirlingenergy.com/about_overview.htm
10. Cabanillas López, R.E. y Pérez Valenzuela, J.B., EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR EN EL ESTADO DE SONORA, ANES 2005, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
11. Gregory J. Kolb, et al, Heliostat Cost Reduction Study, junio 2007, SANDIA NAT. LAB., SAND2007-3293.



LA REFORMA ENERGÉTICA EN MATERIA DE RENOVABLES: ¿PLANEACIÓN ESTRATÉGICA O IMPROVISACIÓN COYUNTURAL?

**CARLOS SÁNCHEZ MENDOZA,
PAUL EBLÉN GONZÁLEZ ARANA**

En los próximos años, grandes cambios se avecinan en materia energética. Impulsados por la necesidad de aprovechar las fuentes renovables, diversos Estados se han dado a la tarea de alentar una transición que sólo es comparable con la que se dio en el siglo XIX entre el carbón y el petróleo.

En este contexto de cambios, el Legislativo mexicano aprobó, en el marco de la Reforma Energética de octubre de 2008, dos leyes para reglamentar el aprovechamiento y desarrollo de las fuentes renovables de energía en el territorio nacional.

¿Qué establecen las nuevas leyes? ¿Están o no a la altura de las necesidades de nuestro país? En este artículo buscamos respondernos estas interrogantes para hacer propuestas que las enriquezcan. Una cosa es segura: son pasos en la dirección correcta.

ING. CARLOS SÁNCHEZ MENDOZA, Ingeniero Geólogo,
Presidente de Geopolítica Energética A.C.
LIC. PAUL EBLÉN GONZÁLEZ ARANA. Licenciado en Relaciones Internacionales.
Gerente de Geopolítica Energética.
Correo: geopolitica@yahoo.com.mx

TRANSICIÓN ENERGÉTICA: UN RETO GLOBAL

El petróleo no podrá perpetuarse como el sostén energético del mundo en lo que resta del presente siglo. Los datos son claros: actualmente la demanda de petróleo se sitúa en 85 millones de barriles diarios (mb/d), sin embargo, se espera que ésta aumente hasta alcanzar los 106 ó 113 mb/d en el 2030. En contraste, el ritmo de descubrimiento de nuevos yacimientos es, aunque considerable en cuanto a la cantidad de campos desarrollados, no muy significativo si se toma en cuenta que las reservas de ninguno de estos hallazgos podrá compensar el eventual agotamiento de los 24 mega yacimientos que sustentan la mayor parte de la producción petrolera total.

La Agencia Internacional de Energía (AIE), sostiene que el mundo tiene petróleo suficiente para cubrir las necesidades de la demanda global aún después del año 2030. Aunque cierto, esto no significa que dicha producción sea económicamente viable. El declive de los yacimientos más grandes, significa que será necesario explorar y producir petróleo en lugares cada vez más inaccesibles y, por lo tanto, más costosos.

Más allá de las consideraciones ambientales, el creciente encarecimiento de la producción petrolera es el motor que realmente impulsa los esfuerzos de transición a las fuentes renovables de energía. Es por esto que las iniciativas más importantes en materia de sustentabilidad energética y aprovechamiento de fuentes renovables provienen de países con altos índices de consumo, donde la mayor parte del petróleo que se utiliza es importado. Este es el caso de los Estados Unidos, donde cada día debe asegurarse un suministro ininterrumpido de 20 mb/d, que representa el 23% del total de la demanda global de hidrocarburos.

Ante la magnitud de los desafíos que se avecinan, numerosos Estados remodelan sus políticas con la finalidad de diversificar su abanico energético. En Gran Bretaña, por ejemplo, estos esfuerzos se verán materializados con el ascenso al nivel de ley, del Acta del Cambio Climático, aprobada el 26 de noviembre de 2008. Con este proyecto, el gobierno británico contempla reducir al 80% sus emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050. Lo que significa la implementación de medidas de largo aliento que impulsen una importante disminución en el consumo de petróleo y petrolíferos, así como de una mayor utilización de fuentes renovables.

Francia es también un significativo ejemplo en la materia, ya que desde los años setenta realizaron importantes inversiones a favor de la producción de energía eléctrica por medio de plantas nucleares. Actualmente, la energía nuclear les representa el 80% de la producción total de electricidad, lo que además de garantizarles una mayor soberanía en la materia, se traduce en insumos baratos y de bajo impacto ecológico.

En los Estados Unidos, la necesidad de contrarrestar la "adicción" petrolera es uno de los imperativos del presidente Obama. La nueva administración está replanteando las formas en las que opera el sector energético, con la finalidad de que, para el 2012, 10% de la energía eléctrica generada para el consumo interno provenga de fuentes renovables.

Todos estos casos, reflejan la importancia de implementar estrategias integrales y de largo aliento que se enmarquen en un proyecto de Estado. Especialmente en un sector como el energético, en el que la mayor parte de los proyectos productivos tienen grandes dimensiones, requieren inversiones inmensas y largos periodos de recuperación; sin contar con que los verdaderos impactos en la distribución de la generación sólo serán evidentes de forma gradual.

México deberá abordar su propia transición de la misma forma.

De otra manera, las iniciativas en la materia tendrán un alcance limitado sobre el bienestar económico, y prácticamente nulo para la constitución de una verdadera política de seguridad energética.

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO: UNA TAREA IMPOSTERGABLE

Por años, México ha conseguido mantener un equilibrio como país consumidor y exportador de petróleo que le ha brindado un cierto grado de soberanía energética. Lamentablemente, esta condición no podrá mantenerse por mucho tiempo, ya que Cantarell, el tercer yacimiento mundial, y el más importante para Petróleos Mexicanos (PEMEX), entró en una fase declive productivo que difícilmente podrá ser compensado con la explotación de otros campos.



El problema se agrava si se considera que México cuenta con reservas probadas de petróleo para 9 años; produce un promedio de 3.5 mb/d, de los que consume un poco más de la mitad y exporta el resto, 1.5 mb/d, a los Estados Unidos. De no incrementar el nivel de las reservas en los próximos años, nuestro país se verá en la necesidad de importar una parte sustantiva de sus requerimientos petroleros. Situación que se verá agravada por la limitada capacidad de refinación que, actualmente, sitúa la importación de gasolinas para el consumo interno en el orden del 40%.

Los retos y debilidades del sector petrolero mexicano, pusieron de manifiesto la inaplazable necesidad de impulsar una reforma que además de brindar soluciones claras a las problemáticas de PEMEX, preparara el terreno para cimentar el camino de la transición energética. Sin embargo, en los debates organizados por el Senado de la República -entre el 24 de junio y el 22 de julio del 2008- que constituyeron el trasfondo de la reforma aprobada en octubre del mismo año, no se discutió el planteamiento de las estrategias que darán forma a las políticas de transición con la misma importancia y jerarquía que se le dio a los temas petroleros.

Como consecuencia, el contenido de las dos legislaciones aprobadas en la materia: la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía, y la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y financiamiento de la transición energética (en adelante LASE y LAER respectivamente); es un tanto repetitivo y forzado. En cierta forma, da la impresión de que su aprobación tuvo más que ver con un intento por evitar que la reforma fuera ciento por ciento petrolera, con la inclusión, de última hora, de los temas relacionados con la eficiencia energética y el aprovechamiento de las fuentes renovables, que un verdadero ejercicio de planeación reflexivo acerca de cuáles son las mejores estrategias para estructurar una política de transición de largo aliento. A continuación, haremos un breve análisis de las dos leyes.

LEY PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA (LASE)

Al analizar la LASE (diagrama 1), salta a la vista el planteamiento de importantes ventajas con la implementación de lineamientos para la promoción de un consumo eficiente de energía. Para ello, la Ley propone, en un primer término, la elaboración de un “Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía” (en adelante PNASE) que, entre otras cosas, haga un uso más eficiente de los insumos energéticos utilizados en los procesos de generación de energía primaria; así como la implementación de tecnologías que faciliten la eficiencia energética, y la adquisición de equipos, aparatos y vehículos de menor impacto ambiental para todo el sector público.

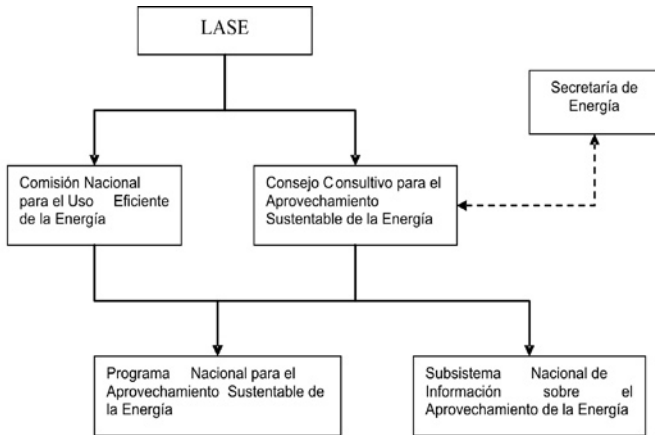


Diagrama 1. Estructura institucional creada por la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía

En un segundo plano, la Ley establece la constitución de una “Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía” como un organismo desconcentrado de la Secretaría de Energía (SENER) con autonomía técnica y operativa; así como de un “Consejo Consultivo para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía” (en adelante CCASE). Ambas estructuras funcionarán como el andamiaje institucional encargado de la promoción del PNASE, y de una gran cantidad de tareas entre las que se destacan: la formulación, expedición e implementación de metodologías, lineamientos, directrices y estrategias diversas para promover medidas de eficiencia energética. Asimismo, contempla la creación de un “Subsistema Nacional de Información sobre el Aprovechamiento de la Energía” que tiene por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información sobre:

1. El consumo de energía en los principales usos finales de la misma, en los sectores y subsectores que la requieren y en las distintas regiones geográficas del país;
2. Los factores que impulsan los usos finales referidos en la fracción inmediata anterior.
3. Los indicadores de eficiencia energética que describen la relación en los usos finales de energía y los factores que los impulsan, y
4. Los indicadores de eficiencia energética de otros países, con fines comparativos.

Por su parte, el CCASE se encargará, por un lado, de la evaluación del avance de las metas del PNASE, así como de proponer mecanismos para la planeación, desarrollo y ejecución de los programas de eficiencia energética. Por el otro, se hará cargo de promover la participación del sector privado en la aplicación de los programas en materia de aprovechamiento sustentable de la energía. Finalmente, el CCASE quedará integrado por el titular de la SENER, o un representante

asignado de la misma para presidirlo, y seis académicos reconocidos por su labor en la materia, que colaboren en instituciones de educación e investigación superior y que formen parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Sin duda, la nueva Ley hace planteamientos muy interesantes, pero no especifica las estrategias que se tomarán para garantizar un aprovechamiento más eficiente del consumo energético. Por otro lado, establece la incorporación de tecnologías, más que el impulso de la investigación y desarrollo autónomo de las mismas. Por último, muchas de las funciones ahí descritas son tareas que ejercía la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). En este sentido, con la entrada en vigor de la LASE, la CONAE se transformó en la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), readaptando el alcance de sus atribuciones para cumplir con sus dos objetivos principales: promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico, en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA (LAER)

Siguiendo con el análisis de las legislaciones aprobadas con la reforma, la LAER (Diagrama 2) puede dividirse en dos partes:

a) Competencias, autoridades, planeación y regulación

La nueva legislación considera la regulación de las fuentes eólicas, solares, oceánicas, calóricas, geotérmicas, así como la producción de biocombustibles. Quedan fuera de sus alcances la generación de electricidad a partir de minerales radioactivos, fuentes hidráulicas cuya capacidad sea superior a los 30 megawatts, residuos industriales o de cualquier tipo tratados por incineración, y el aprovechamiento de rellenos sanitarios que no cumplan con la normatividad ambiental.

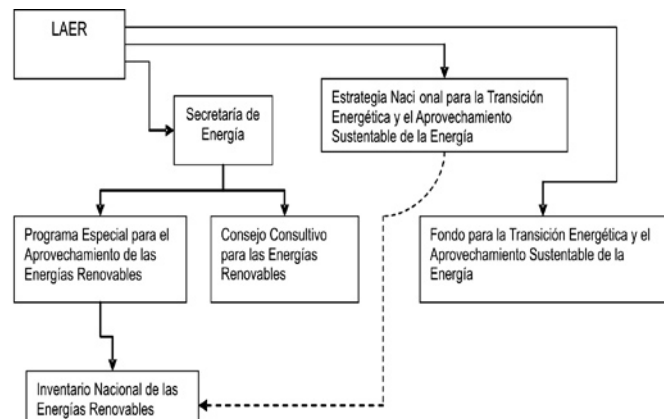


Diagrama 2. Estructura institucional creada por la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y financiamiento de la transición energética

En materia institucional, la Ley confiere a la SENER las atribuciones necesarias para: el establecimiento y ejecución de un “Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables” (en adelante PEAER) como eje rector de las estrategias en la materia; la coordinación de un “Consejo Consultivo para las Energías Renovables” que se encargue de conocer la opinión de los diversos sectores interesados en la materia; así como el establecimiento y actualización de un “Inventario Nacional de las Energías Renovables” con la finalidad de establecer programas y perspectivas de corto, mediano y largo plazo que se coordinen con el PEAER y con la “Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía” (en adelante ENTEASE).

Una segunda dimensión de la construcción institucional le otorga a la Comisión Reguladora de Energía (CRE) las facultades necesarias para la regulación de los intercambios entre generadores, suministradores y usuarios finales; así como la responsabilidad de expedir las normas, metodologías, lineamientos, directrices y reglas necesarias para el aprovechamiento de los flujos generados para su incorporación al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

La planeación de cómo habrán de explotarse las fuentes renovables queda inscrita en el PEAR y, por el momento, no es posible conocer las estrategias específicas que implementará ya que su creación sigue en proceso. Lo que puede deducirse a partir de la información disponible, es que la legislación permitirá una mayor participación de inversiones privadas en la materia, para lo cual, estipula que los gobiernos estatales y municipales deberán brindar las facilidades necesarias para la ejecución de los proyectos, así como la observación de que dichas actividades redunden en beneficios para las comunidades en las que estos se desarrollen.

Partiendo de lo descrito anteriormente saltan a la vista algunos puntos: primero, la distinción de competencias en la que se excluye la generación nuclear que, aunque no es renovable, sí es alterna y de una gran viabilidad porque nuestro país cuenta con yacimientos de uranio, así como del andamiaje institucional básico para su explotación y desarrollo. Segundo, la creación de una estructura institucional que tenga como base las estrategias específicas del PEAR antes citado es, sin duda, una propuesta sumamente interesante y de gran importancia, sin embargo, aún es preciso llamar la atención de que en lo expuesto en el cuerpo de la Ley, no se incluye una verdadera vinculación entre el edificio institucional propuesto y los trabajos, perspectivas y opiniones de las distintas universidades y centros de investigación del país en materia de energías renovables. Tampoco especifica las directrices necesarias para impulsar el urgente desarrollo de ciencia y tecnología; temas que están profundamente relacionados con el aprovechamiento de este tipo de recursos y que la legislación aprobada no establece como prioritarios. En todo caso, tendremos que esperar para ver si, una vez publicado, el PEAR los incluye de manera específica.

Por otro lado, resalta la propuesta de estructurar un inventario de recursos energéticos renovables. Al respecto, valdría la pena preguntarle al gobierno el por qué se emprende un esfuerzo de este tipo hasta ahora si la Sener ha estado encargada de la observación y manejo de los recursos energéticos desde su creación en 1994. En todo caso, la propuesta es buena y sólo queda garantizar su transparencia y consecuente acceso público.

b) Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (ENTEASE)

La Ley dispone el diseño de esta iniciativa con la finalidad de impulsar las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, así como para promover la eficiencia y sustentabilidad energética, y la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

Para alcanzar los objetivos antes citados, la reforma estipula también la conformación de un "Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía" que, en el Presupuesto de Egresos de la Federación para el 2009, contempla la incorporación de 3,000 millones de pesos. El Fondo quedará en manos de un comité técnico integrado por representantes de la SENER, quien lo presidirá, y de la Secretarías de Hacienda y Crédito Público (SHCP), de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), del Instituto de

Investigaciones Eléctricas (IIE) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).



La SENER tendrá la obligación de actualizar año con año los lineamientos de la ENTEASE, así como de incorporar un informe de los avances alcanzados sobre los objetivos expuestos en la Ley, de los que se destacan: promover e incentivar el uso y aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las fuentes renovables; y promover y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas, así como en el uso doméstico, entre otras.

Al igual que con lo expuesto en el PEAR y en la LASE, las tareas asignadas a la ENTEASE dan la impresión de abarcar todo y nada. Es decir, partiendo de la lectura de ambas legislaciones puede apreciarse que se repiten constantemente los objetivos, funciones, tareas, lineamientos y directrices que buscan impulsar el aprovechamiento de las energías renovables, y ciertamente, esta ambigüedad le resta claridad a las capacidades reales de cada uno de estos esfuerzos. Tanta repetición hará que en la práctica, los trabajos se dupliquen y entorpezcan.

Ahora bien, la legislación estipula en los objetivos de la Estrategia la incorporación de tecnologías limpias y de mejor aprovechamiento energético. De nueva cuenta, no establece con claridad la conformación de un verdadero plan de desarrollo tecnológico autónomo cuyos beneficios tengan derramas sobre otros sectores económicos. Lo anterior contrasta significativamente con el impulso estatal que en este sentido se está dando en Europa, Asia, Estados Unidos, Canadá e incluso América Latina.

VISIONES COMPLEMENTARIAS:

ALGUNAS PROPUESTAS

A pesar de las deficiencias, es de reconocerse que ambas leyes van por el camino correcto. De igual forma, también creemos que son textos perfectibles y, en esa medida, consideramos pertinente hacer tres señalamientos importantes.

1. Edificio institucional y alcances temporales

La reforma propone la creación de un andamiaje institucional ad hoc para el aprovechamiento de las fuentes renovables. Sin embargo, es preciso ser más puntual acerca de qué es necesario crear. Es decir, ¿cuál es el sentido de estructurar nuevas instituciones si las existentes pueden encargarse de una buena parte de las labores descritas?

Asimismo, es necesario encauzar los esfuerzos institucionales para que tiendan puentes más claros y específicos con los trabajos que se realizan en las universidades y centros de investigación del país. Sólo de esta forma se podrá tener un conocimiento más profundo de las líneas de investigación existentes, sus avances o el punto en el que se encuentran.

Debemos destacar que en ninguna de las dos leyes se prevé un diseño de largo plazo para las políticas en la materia. En realidad, esa tarea queda como una atribución del Inventario y, ciertamente, se trata de una condición que debería permear todo el proceso de planeación.



2. Desarrollo Tecnológico

Ambas legislaciones mencionan la importancia de incorporar las tecnologías necesarias para la correcta implementación de sus estipulaciones. Lamentablemente, dejan de lado la integración de un proyecto que impulse la investigación, formación e incorporación de tecnología creada en nuestro país. No podemos olvidar que los procesos de transición que actualmente se impulsan en todo el mundo tienen, como eje articulador, la necesidad de alcanzar una considerable soberanía en la materia; particularmente, por lo que esto les representa en términos de fortalecimiento económico y en materia de seguridad nacional. En este sentido, la fórmula a seguir es muy clara: desarrollo tecnológico = soberanía energética = seguridad nacional = fortalecimiento económico.

De lo anterior puede deducirse que sería más útil conformar un "Instituto Mexicano de Energías Renovables" que, como el existente en materia petrolera, impulse desde el Estado la creación de cuadros científicos y proyectos de investigación que den como resultado mejores adaptaciones de las tecnologías adquiridas y, eventualmente, la creación de sistemas completamente nuevos y originales. El éxito de un proyecto de esta naturaleza estaría estrechamente vinculado con la academia e incluso, serviría como el eje rector de los trabajos que acerca de este tema se realicen en las universidades y otros centros de investigación del país.

3. Participación social

A diferencia de lo que sucede con los hidrocarburos, la reforma aprobada no le brinda un claro monopolio al Estado en la generación de energía a partir de fuentes renovables. En realidad, abre la posibilidad para que su aprovechamiento parta tanto de inversiones privadas como públicas. En este sentido, el texto legislativo dimensiona un ámbito de regulación en el que el papel de los gobiernos locales y estatales se restringe a la facilitación de procedimientos y, en menor medida, a la observación de que los nuevos desarrollos beneficien a las comunidades.

Desde nuestra perspectiva, este papel es un tanto insuficiente dadas las nuevas condiciones de federalismo práctico que se viven en nuestro país. De hecho, las autoridades locales deben tener una participación mucho más activa que la conferida por la reforma como simples observadores o facilitadores de la iniciativa privada. En este

sentido, sería pertinente una mayor participación de los gobiernos locales a través de programas de aprovechamiento integrales. Un ejemplo de lo anterior sería la creación de un "Municipio Sustentable" en que el gobierno local fuera el principal beneficiario de los recursos renovables disponibles en su territorio. Para su financiamiento, el gobierno municipal podría agenciarse recursos del "Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía" y de aquellos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento relacionados con la mitigación del cambio climático.

Un proyecto de esta naturaleza podría alentar una verdadera derrama económica para el municipio en cuestión, además de que lo obligaría a establecer centros de investigación que tendrían la tarea de formar cuadros operativos entre la población que trabajaran en la administración de los proyectos. Lo que también redundaría en beneficios sociales y educativos, así como en una menor dependencia económica del gobierno federal.

Como lo anotamos más arriba, las legislaciones aprobadas van por el camino correcto, pero será necesario darles la misma atención que se le dio al sector petrolero, ya que en ellas descansa la urgente transición energética que nuestro país requiere.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de Energía. 2008. "International Energy Agency. World Energy Outlook 2008." Resumen ejecutivo, OECD/IEA, 2008. 18 pp. [En línea] Disponible en: http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2008/WEO2008_es_spanish.pdf
- British Petroleum. 2008. "BP Statical Review of World Energy. June 2008." Reino Unido, British Petroleum, Junio de 2008. 45 pp. [En línea] Disponible en: www.bp.com/statisticalreview
- Gobierno de los Estados Unidos de América. "The Agenda. Energy & Environment." Estados Unidos de América. La Casa Blanca. 2009. [En línea] Disponible en: http://www.whitehouse.gov/agenda/energy_and_environment/
- Gobierno de México. 2008. "Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía." México. Diario Oficial de la Federación, 28 de noviembre de 2008. [En línea] Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5070928&fecha=28/11/2008
- Gobierno de México. 2008. "Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética." México. Diario Oficial de la Federación, 28 de noviembre de 2008. [En línea] Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5070927&fecha=28/11/2008
- Gobierno del Reino Unido. 2008. "Climate Change Act 2008." Reino Unido, Oficina de información del sector público (OPSI por sus siglas en inglés). Gobierno de la Gran Bretaña. 2008. [En línea] Disponible en: http://www.opsi.gov.uk/acts/acts2008/ukpga_20080027_en_1
- Organización de Países Exportadores de Petróleo. "World Oil Outlook 2008." OPEP, 2008. 220 pp. [En línea] Disponible en: <http://www.opec.org/library/World%20Oil%20Outlook/pdf/WOO2008.pdf>
- Petróleos Mexicanos. "Memoria de labores 2007." México. Pemex, marzo de 2008. 258 pp. [En línea] Disponible en: http://www.pemex.com/files/content/MEM2007_V2_2.pdf
- Petróleos Mexicanos. "Indicadores petroleros." México. Pemex. 2008. [En línea] Disponible en: <http://www.ri.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=16&catID=12155>

UN ACERCAMIENTO A LOS REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE LAS NECESIDADES DE CLIENTES Y USUARIOS

GABRIEL ALBERTO GARCÍA MIRELES

Un factor primordial por considerar cuando se desarrolla un nuevo software son las necesidades de clientes y usuarios. Éstas se deben especificar de tal forma que los programadores construyan un sistema de software que satisfaga a los solicitantes. El logro de dicha especificación es difícil y la ambigüedad, inconsistencia y datos incompletos en los requerimientos están asociados al fracaso del proyecto. Por tanto, se presenta un panorama de los requerimientos de software, sus características y problemas asociados a la especificación de éstos. Además, se incluyen recomendaciones de las responsabilidades que tienen los participantes en el proceso de obtención de requerimientos y que deberían de abordarse al inicio de cada proyecto.

GABRIEL ALBERTO GARCÍA MIRELES
MC. del Departamento de Matemáticas
Correo: mireles@gauss.mat.uson.mx
Universidad de Sonora

IMPORTANCIA DEL SOFTWARE

“Quiero un sistema que controle mejor las órdenes de compra”, “deseo un sistema que muestre a la brevedad las fotografías del bebé”, “me gustaría realizar una búsqueda en la Internet, pero que el buscador sólo presente lo que es importante para mí”, “quiero que ...”. Si continuamos, encontraremos solicitudes, más sofisticadas conforme pasa el tiempo, de lo que se espera del software. Quizás al interactuar con los programas de cómputo, por ejemplo una aplicación web o el software del teléfono celular, se nos ocurren algunas ideas que podrían simplificar la experiencia de usar la tecnología de la información (TI). Pero en ocasiones, nos gustaría que esos sistemas tuvieran otras características, servicios o propiedades que nos facilitaran el logro de nuestros objetivos tanto en las actividades laborales como de entretenimiento. ¿Cómo podemos contribuir a la mejora de los sistemas con los cuales interactuamos?

Las empresas no pueden sobrevivir sin clientes y se sabe que un mecanismo para atraerlos y mantenerlos interesados es proveerles servicios que satisfagan sus necesidades, entre ellas las de procesamiento de información. La inversión financiera que realizan las empresas en proyectos de TI, ya sea para mejorar la relación con el cliente o mejorar procesos de trabajo internos, es fuerte. Sin embargo, tarde o temprano estas empresas se enfrentarán con problemas asociados a la liberación tardía del software, presupuesto excedido del proyecto y con programas de cómputo con funcionalidad incompleta. Según estadísticas, el 53 % de los proyectos en TI tienen problemas con la fecha de entrega, presupuesto asignado, o funciones implementadas. Sólo la cuarta parte de dichos proyectos cubren del 25 al 50% de las funciones solicitadas. Cuando se entrevistó a los participantes respecto a los factores que contribuyeron a la dificultad asociada, comentaron que los aspectos más desafiantes, representando un 35% de las respuestas, fueron: carencia de entradas de datos del usuario asociadas a la información que debe registrarse o controlarse, requerimientos incompletos y el cambio en los requerimientos del software durante el ciclo de vida del proyecto [1]. Es probable que conozcamos software que no cumple con las expectativas de los usuarios finales ¿qué se hace al respecto? Aunque los factores que influyen en el éxito de un proyecto son muchos, este artículo se enfocará en presentar la problemática asociada a la obtención de requerimientos del software y el papel que desempeñan los participantes en la especificación de ellos.

¿QUÉ ES UN REQUERIMIENTO?

En el campo de la ingeniería de software, el término requerimiento se refiere a las características, servicios o capacidades que debe tener el software (programa de cómputo). La definición también incluye las restricciones por considerar en el desarrollo e implantación de éste. Al revisar distintas referencias bibliográficas, se encuentra que los requerimientos existen porque alguien los solicitó porque necesita resolver un problema, lograr un objetivo, o satisfacer una especificación escrita, como un contrato o estándar [2][3]. Sommerville y Sawyer [3] definen el concepto requerimiento como una especificación de lo que deberá ser implementado. Señalan que son descripciones del comportamiento esperado, atributos o propiedades del sistema. Así que dentro de requerimientos caben enunciados como: el sistema debe imprimir el número de veces que un estudiante ha estado inscrito en una asignatura, el sistema debe permitir a un alumno activo la selección de asignaturas por cursar únicamente durante la semana de reinscripción, el sistema debe desarrollarse con el lenguaje PHP.

¿QUIÉNES PARTICIPAN EN LAS TAREAS DE OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS?

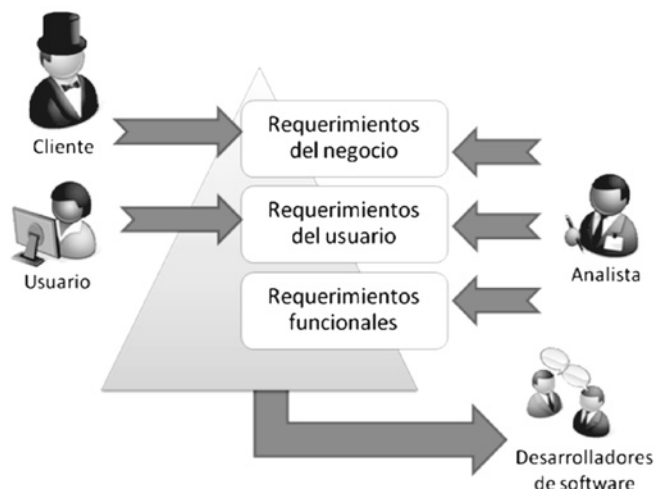
Uno de los roles más importantes en este proceso lo desempeña el analista. Es el responsable de lograr que todos los involucrados en el proyecto logren un entendimiento común de las características y

funciones del software que se pretende construir. Para ello se vale de diversas técnicas y genera distintos documentos en los cuales se pueden organizar los requerimientos del software. Es importante señalar que las personas que colaboran en la etapa de descubrimiento, análisis, especificación y validación de requerimientos son aquellos que sus tareas resultarán afectadas por el software o quienes tienen influencia, directa o indirecta, para establecer los requerimientos del software [3]. Entre esos participantes se encuentran el cliente y el usuario. El primero tiene el poder de decisión sobre los requerimientos que deberán implementarse, mientras que el segundo, es quien opera directamente el software.

Como participantes también se pueden considerar a los desarrolladores del software, al personal que se encarga de las pruebas del software, a gerentes y directores que deben aprobar el proyecto de desarrollo, al personal que tiene que verificar que el software cumple con los estándares y lineamientos de la empresa, inclusive al personal de ventas y mercadotecnia, entre otros [2]. Entre más pronto se identifiquen las categorías de participantes, el proyecto tendrá más probabilidades de éxito, ya que cada categoría tiene necesidades específicas de gestión de la información, y en ocasiones existen conflictos entre lo que necesita un grupo y lo que desea otro.

CLASIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

A veces un cliente cree que por indicar una serie de características generales del software ya están especificados los requerimientos. De hecho, sí está aportando información vital para el desarrollo del sistema, aunque un programador necesita más detalles para implementar el software. La confusión en el uso de los términos y el significado con el que se manejan en un proyecto es un problema común entre el analista y los distintos participantes [4]. Según los objetivos que persiguen los clientes, usuarios y analistas de sistemas podemos clasificar cada uno de los requerimientos como de negocios, de usuario y funcional [2]. Al clasificarlos de esta forma, permite identificar el nivel de abstracción con el cual se está abordando un requerimiento y entonces utilizar las herramientas más adecuadas para analizarlo y especificarlo (vea figura 1).



Un requerimiento de negocio está escrito en términos de lo que el cliente o la organización esperan lograr con el sistema. Describen el por qué la organización está implementando el sistema. Estos requerimientos se describen en un documento de visión del producto. Ejemplos de ellos: disminuir en 10% el tiempo que tarda un cliente en recibir su pedido, enviar información de nuevos productos a los clientes en la categoría dorada, desarrollar una aplicación web para que los

clientes conozcan el estado de su solicitud. A estos requerimientos puede seguir una lista de características deseables del software.

Los requerimientos de usuario definen las tareas que éste debe realizar con el software. Se representan como casos de uso o descripciones de escenarios. Contestan la pregunta: ¿Qué debe hacer el usuario con el sistema? En una aplicación web para apoyar el proceso de reinscripción se podrían considerar requerimientos de usuario: mostrar las asignaturas que puede llevar el estudiante, generar ficha de pago, imprimir lista de materias, generar horario del semestre y eliminar una materia del horario.

Finalmente, los requerimientos funcionales especifican las funciones del software (también se les conoce como requerimientos del sistema) [2][3][4]. Éstas deben ser implementadas en el software para permitir que los usuarios cumplan con sus tareas. Describen los comportamientos observables que el sistema exhibirá bajo ciertas condiciones y las acciones que el sistema le permitirá al usuario ejecutar. Un usuario puede estar abordando requerimientos funcionales cuando solicita algo como lo siguiente: el sistema debe verificar que exista un destinatario, una descripción del propósito del correo y el texto del cuerpo del correo para enviar un correo electrónico. Los requerimientos de este tipo se derivan de requerimientos de usuario, reglas del negocio y otras fuentes de información.



La meta de la obtención de requerimientos es comprender los objetivos que el usuario debe lograr con el sistema con una descripción suficientemente detallada para empezar el desarrollo del software con un riesgo bajo de hacer nuevamente el trabajo por correcciones, provocadas por omisiones, inconsistencias y ambigüedades en la especificación de requerimientos. Por tanto, no todos los proyectos requieren una descripción detallada de los requerimientos del software. Por ejemplo, se recomienda que se realicen descripciones detalladas de requerimientos de usuario a través de casos de uso cuando: los representantes de usuario no forman parte del proyecto, la aplicación es compleja y tiene un alto riesgo asociada a las fallas del sistema, las descripciones de los casos de uso son las descripciones de más bajo nivel que los desarrolladores recibirán, intentas desarrollar casos de prueba completos a partir de los requerimientos de usuario, la colaboración con equipos remotos necesita una memoria de grupo detallada y compartida [2].

Los requerimientos del software se describen en la especificación de requerimientos del software. Los requerimientos se pueden presentar de diversas formas: a través de la lengua materna al describir párrafos con tomando como base una plantilla, elaborar diagramas que ilustran procesos de transformación o aspectos estructurales, así como especificaciones formales en lenguaje matemático [2].

CARACTERÍSTICAS DE LOS REQUERIMIENTOS BIEN FORMULADOS

Se espera que un requerimiento bien formulado se pueda calificar de necesario, factible, completo, correcto, claro y verificable [2]. Un requerimiento es necesario si contribuye a los objetivos del negocio, mientras que se considera factible si existe la tecnología o recursos para implementarlo dentro de las restricciones del ambiente destino del software. Por otro lado, un requerimiento está completo cuando describe toda la funcionalidad que debe tener el software, como entradas y salidas de datos asociadas, atributos de calidad relacionados, condiciones bajo las cuales puede ejecutarse y el nuevo estado que tendrá el sistema después de realizar las operaciones.

Un requerimiento correcto describe exactamente la funcionalidad requerida. Para los requerimientos del negocio y usuario, sólo los clientes y usuarios pueden evaluar el requerimiento como correcto. Mientras que un requerimiento claro es aquel que sólo tiene una interpretación posible. Finalmente, un requerimiento verificable es aquel que tiene asociado una prueba de software capaz de mostrar las capacidades que establece el requerimiento y que se pueda realizar con los recursos disponibles.

PRÁCTICAS INEFICACES EN LA OBTENCIÓN DE REQUERIMIENTOS

Los problemas asociados a los requerimientos de software se reflejan en las etapas de diseño y construcción de los programas, en donde, debido a omisiones, inconsistencias y ambigüedades se realiza la corrección de los programas y otros productos generados en el proyecto. Según investigaciones consultadas por Weigers [2], la corrección puede consumir del 30 al 50% de los costos totales de un proyecto de desarrollo. Si el error se descubre en la fase de obtención de requerimientos, a diferencia de descubrirlo cuando el sistema esté en operación, tendría un ahorro de 200:1 en el costo de corrección [5].

Existen varios síntomas en el proyecto que pueden indicar problemas con las tareas de obtención de requerimientos, y que a la larga van a tener impacto en entregar un proyecto a tiempo, con las funciones solicitadas por el cliente y dentro del presupuesto. Uno de estos síntomas es la falta de interés del cliente y usuarios en estas actividades, sólo describen las metas que desearían lograr para su negocio si el sistema tiene ciertas características, pero este enfoque deja de lado las tareas que el sistema debe apoyar en la realización de los procedimientos organizacionales. A veces, cuando el destinatario final del sistema no tiene tiempo para participar en las entrevistas con el analista, se asignan a personas inexpertas en esa área de trabajo, quienes no pueden informar sobre el manejo que debería darse a las excepciones que se presentan en el trabajo. En otras situaciones son los desarrolladores quienes creen que conocen los requerimientos del software y no solicitan más detalles a los usuarios. Por su parte, las solicitudes frecuentes del usuario para cambiar requerimientos y una respuesta inmediata del desarrollador del software, sin realizar un análisis de impacto del cambio, puede llevar a que el proyecto de desarrollo se entregue tardíamente y que exceda el presupuesto planeado.

Otros proyectos de desarrollo inician con la descripción del concepto del producto, quizás escrito en una servilleta. Este esquema funciona cuando los requerimientos son flexibles, como en proyectos exploratorios, pequeños sistemas, o cuando se tienen al usuario destino a un lado para preguntarle. Sin embargo, este enfoque no funciona cuando el software debe adecuarse a procedimientos operativos bien establecidos en las organizaciones. Finalmente, otro problema es ignorar algunas clases de usuario, que tendrían necesidades específicas y que esperan que el software presente capacidades adecuadas para ellos. En

ocasiones sólo se abordan las necesidades que tienen los supervisores y personal administrativo, pero no se obtienen los requerimientos de los usuarios finales del sistema.

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DE UN PROCESO DE REQUERIMIENTOS DE ALTA CALIDAD?

La primera recompensa es la reducción del esfuerzo dedicado a la corrección, la segunda, es que permiten al desarrollador conocer mejor a la comunidad de usuarios. Al considerar las necesidades del usuario, se crean expectativas positivas respecto al software que se construye y se reduce la posibilidad de escribir código que nadie utilizará. Finalmente, un producto de software entregado a tiempo, dentro del presupuesto, y con las características solicitadas por los usuarios llevará a mayor satisfacción del cliente y menos trabajo de mantenimiento correctivo del producto.

LA COLABORACIÓN ENTRE EL CLIENTE

Y LOS DESARROLLADORES DEL SOFTWARE

La especificación de requerimientos de alta calidad resulta de la comunicación y colaboración efectiva entre analistas, clientes, usuarios, desarrolladores y demás participantes. El objetivo común es construir un producto de software adecuado a las necesidades del negocio y de los participantes. Este objetivo se logra cuando se comprende y respeta el trabajo de cada una de las partes involucradas. [2] presenta una lista de derechos y obligaciones del cliente, y recomienda analizar esta lista cuando se inicie un proyecto para que todos los participantes comprendan y acepten sus responsabilidades, o en su caso llegar a acuerdos para evitar fricciones durante el desarrollo del proyecto.

Para empezar, los clientes y usuarios tienen derecho a que el analista centre las discusiones, respecto a los requerimientos del software en las tareas del negocio, usando el vocabulario del dominio del problema, inclusive creando un glosario de términos. Se espera que el analista interactúe con las personas que realizan las tareas para modelar flujos de trabajo y proponer mejoras. En las fases de obtención de requerimientos se espera que el cliente y los usuarios participen en diversas actividades que tienen como fin conocer las funciones que el sistema deberá tener, como el contexto de operación y atributos de calidad asociados. Esto requiere de la participación de las personas que tienen ese conocimiento y esto es un proceso iterativo.



Además, el analista debe ser capaz de organizar la información que obtiene de diversas fuentes (entrevistas, observación, análisis de documentos y sistemas) y realizar una especificación, que el cliente revisa para lograr un entendimiento común entre el grupo desarrollador y la empresa contratante. Se espera que el cliente revise el documento para asegurarse que representa las necesidades exacta y completamente, si

hay alguna duda, el analista debe explicar el propósito de los distintos elementos del documento. El cliente se espera que con prontitud resuelva dudas y problemas que se encuentran en la especificación de requerimientos de software.

En ocasiones el analista preguntará por características del producto que van más allá de las funciones del sistema, como qué significa que el sistema sea rápido, eficiente, fácil de usar y otros términos que hayan expresado los usuarios, y que necesitan una descripción más detallada para incluirlos como requerimientos no funcionales. Si hay en el mercado otras implementaciones del software que pueden servir para el sistema que se desea implementar, el analista debería dar la opción para flexibilizar los requerimientos y utilizar componentes ya desarrollados, ahorrando tiempo y dinero.

Finalmente, cuando el cliente solicita algún estimado de tiempo, costo o impacto de un requerimiento, se espera que el analista presente estimados realistas y que se realicen negociaciones sobre los acuerdos del proyecto en caso de ser necesario. Por otro lado, cada función, restricción, atributo o capacidad del software tiene un costo, quien está mejor capacitado para medir el impacto de los requerimientos es el grupo desarrollador del software.

Llegar a un acuerdo en los requerimientos del producto es el punto nodal de la colaboración entre el grupo desarrollador, representado por el analista, y el cliente. Se firma un acuerdo para establecer una línea base de aquellos requerimientos aprobados por el cliente. De ese punto en adelante, se recomienda un proceso disciplinado de gestión de requerimientos, en el cual se incluyan actividades relacionadas con la gestión del cambio y el análisis del impacto de éstos en el sistema, para que ambas partes, cliente y desarrollador, mantengan la armonía del trabajo.

CONCLUSIONES

Se presentaron las características fundamentales de los requerimientos funcionales, y se mostró una clasificación de los requerimientos en función del objetivo que buscan el cliente, el usuario y el grupo desarrollador de software. Además, se incluyeron algunas responsabilidades que se comparten cuando se participa en un proyecto de desarrollo de software. Aunque el campo de requerimientos de software es muy amplio, aquí sólo se abordó una pequeña parte relacionada con los requerimientos funcionales, la obtención de éstos y el papel que desempeñan los distintos participantes.

El desarrollo de software es una actividad de aprendizaje continuo. Los analistas tienen una responsabilidad importante en la definición de las características de los productos por desarrollar. Sin embargo, también es vital la participación decidida y comprometida de los clientes y usuarios para que el proyecto tenga éxito.

REFERENCIAS

- [1] The Standish Group Report. (1995). CHAOS. Consultado el 22 de marzo de 2009 en: net.educause.edu/ir/library/pdf/NCP08083B.pdf
- [2] Weigers, Karl. (2003). Software Requirements. 2da. Edición. Microsoft Press.
- [3] Sommerville, Ian y Sawyer, Pete (1997). Requirements Engineering: A Good Practice Guide. Chichester, England: John Wiley & Sons.
- [4] Maiden, Neil. (2008). User Requirements and System Requirements. IEEE Software 25(2) p. 90-91.
- [5] Leffinwell, Dean y Widrig, Don. (2003). Managing software requirements: a use case approach. 2da. edición. Boston: Pearson Education.



TUBERCULOSIS: UNA DISCUSIÓN EPIDEMIOLÓGICA ACERCA DE SU RELACIÓN CON DETERMINANTES SOCIALES Y LOS DESAFÍOS PARA SU CONTROL

GERARDO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ,
MARIA DEL CARMEN CANDIA PLATA

Aunque la tuberculosis es un padecimiento que puede ser curado mediante antibióticos específicos, una intrincada red de factores socioeconómicos y de los servicios de salud, así como la emergencia global de epidemias como el tabaquismo, la diabetes y el virus de la inmunodeficiencia humana, han evitado que los programas de control implementados sean totalmente exitosos. Históricamente, se reconoce que hay una relación directa entre la pobreza y la enfermedad, pero hay desafíos actuales que pueden ser acentuados por la vigente crisis económica mundial que agrava el descenso global en los estándares de vida, el desempleo, la inadecuada nutrición, las deficientes condiciones de vivienda, todo ellos factores vinculados a la TB. Las poblaciones vulnerables son las que menos recursos tienen para hacer frente a los embates de la enfermedad, por tal razón, es urgente dirigir los esfuerzos académicos, de investigación y de servicios de salud a la atención del problema. Este ensayo pretende contribuir a la discusión científica acerca de la relación entre determinantes sociales y la tuberculosis (TB), así como algunos de los desafíos inmediatos que hay para su control en el estado de Sonora.

DR. GERARDO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ
Correo: galvarez@guayacan.uson.mx
DRA. MARIA DEL CARMEN CANDIA PLATA
Correo: carmenc@guayacan.uson.mx
Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud.
Universidad de Sonora

DISCUSIÓN CIENTÍFICA DE LA TUBERCULOSIS

¿Por qué escribir acerca de un tema tan estudiado y tan discutido? ¿Qué hace que este padecimiento sea aún tan vigente cuando ha devastado al mundo por cerca de 3,000 años? Deslumbrados por el crecimiento industrial y económico de algunas sociedades, se argumentó durante las décadas de 80's y 90's, que los esfuerzos fundamentales de los sistemas de salud debían orientarse a atender los padecimientos crónico-degenerativos y las violencias, consecuencia y costo de la modernidad y el desarrollo social. Pero la tuberculosis (TB) nos recordó que la realidad es otra, que la riqueza económica y las capacidades sociales no son iguales para todos, que la distribución injusta del bienestar ha orillado a individuos y grupos humanos a padecer los estragos de un padecimiento que no se controlará únicamente mediante discursos, buena voluntad o esfuerzos individuales o gremiales.

Quizá por su larga data y porque nos hemos acostumbrado a mirarla de reojo, o quizá por su vínculo con la pobreza y el rezago social, que no tiene cabida en el moderno discurso del crecimiento económico, o quizá porque no cuenta con el interés colectivo de otras epidemias recientes como el VIH o la influenza... el hecho es que la tuberculosis persistirá con una elevada carga de morbilidad y mortalidad por mucho tiempo y permanecerá de manera inaceptable y lastimosa, como un problema vigente de salud pública, ya sea que se le considere como una emergencia o como una reemergencia sanitaria.

Este ensayo es concebido bajo la premisa de contribuir a la discusión científica acerca de la cercana relación entre determinantes sociales y la tuberculosis (TB), una relación que aunque ampliamente investigada, continúa sin evidencias concluyentes que indiquen una modificación sustancial de la tendencia y distribución de la mortalidad y morbilidad provocada por esta enfermedad. Se discuten brevemente, algunos de los desafíos inmediatos que hay para su control.

LA TUBERCULOSIS ES UN PROBLEMA GLOBAL

Han transcurrido más de 15 años desde que la Organización Mundial de la Salud (OMS) tomó la decisión de declarar a la TB como una emergencia global. No obstante esta medida, el número de casos y defunciones provocados por la enfermedad continúa siendo inaceptablemente alto en la mayoría de naciones, principalmente en las más pobres. La misma OMS estima que cada año se registran alrededor de 1.7 millones de muertes y 9.2 millones de casos nuevos. Además, es desde 1990 la principal causa de muerte debida a un solo agente infeccioso en las personas mayores de 5 años de edad, y 8 de cada 10 de esas defunciones suceden en mujeres y hombres jóvenes que se encuentran en etapas productivas de sus vidas. La situación es además, preocupante ya que menos de la mitad de los casos son oportunamente diagnosticados, y de esos, menos del 60% son curados.⁽¹⁾

México no es ajeno a tal problema. En el año 2000, la OMS nos clasificó como un país de morbilidad intermedia (tasa de incidencia ≥ 25 , pero $\leq 49/100,000$). En el año 2006, en todo el país se registraron 22,746 casos nuevos (21/100,000) y ocurrieron 2,128 defunciones (2/100,000).⁽²⁾ El comportamiento parece ir descendiendo, pues en el año 2007 se reportaron poco más de 17 mil casos (17.5/100,000) y la tasa de mortalidad fue de 1.8/100,000.⁽³⁾ A pesar de este aparente descenso, México ocupa en América Latina, el lugar 19 y 20 de 41, en mortalidad e incidencia, respectivamente.

Para el gobierno federal, la prevención y control de la TB constituye una estrategia sustantiva para "reducir los rezagos en salud que afectan a los pobres."⁽⁴⁾ No obstante esta estrategia y los múltiples esfuerzos realizados para abatir su impacto, la TB continúa mostrando diferencias muy importantes en su distribución a lo largo del país, pues aunque 1354 de los 2425 municipios que conforman el país reportaron casos en 2007, la mayor carga de morbilidad y mortalidad se concentró sólo en 23 municipios, dos de ellos (Cajeme y Hermosillo) ubicados en Sonora.⁽²⁾

En el estado, durante las dos últimas décadas se detectan en promedio 500 casos nuevos y fallecen alrededor de 100 personas por TB cada año, lo que le coloca por arriba del promedio nacional en ambos indicadores. De hecho, Sonora se ubicó en 2007 en el sexto lugar en morbilidad (incidencia de 26.4/100,000) y en cuarto lugar en mortalidad (2.98/100,000) en el panorama nacional.⁽²⁻³⁾ Diversos factores han sido vinculados a tal comportamiento, algunos relacionados a los servicios de salud y otros, socioeconómicos, lo que ha llevado a la implementación de una variedad de estrategias y planes, tanto nacionales como estatales.⁽⁴⁻⁵⁾

LAS DIFICULTADES PARA SU CONTROL

Se acepta en general, que la TB es un padecimiento que puede ser curado mediante antibióticos específicos, pero que la coexistencia de factores socioeconómicos, la emergencia de otros problemas globales (p.e. las epidemias de tabaquismo, diabetes y virus de la inmunodeficiencia humana), las dificultades para el diagnóstico de portadores asintomáticos, la larga duración de los esquemas de tratamiento requeridos para la eliminación del bacilo, la ausencia de una vacuna efectiva, entre otros, han evitado que los programas de control implementados globalmente sean totalmente exitosos.⁽⁶⁾

Por todo lo anterior, se reconoce que el control de la TB demanda respuestas integrales y sostenidas para entender y atender no sólo a los factores biomédicos, sino también a los determinantes sociales y ambientales que incrementan el riesgo de desarrollar la enfermedad y acentúan el desafío de resolver las disparidades sociales y concentración de pobreza que se observan principalmente en asentamientos irregulares y cinturones de miseria de núcleos urbanos y rurales, entornos propicios para la ocurrencia de la enfermedad. El conocido enunciado que señala que la tuberculosis es una enfermedad social con implicaciones médicas, continúa siendo tan pertinente como siempre y permanece como un llamado de alerta para todos los involucrados en el control de la TB.⁽⁷⁾

La atención de los determinantes sociales que subyacen a la enfermedad no significa que se detenga la investigación biomédica para encontrar mejores técnicas diagnósticas, medicamentos o vacunas, más bien se trata de aceptar que el control de la TB requiere que se mejoren las condiciones de vivienda, nutrición, educación, empleo y acceso a servicios de salud de toda la población. Nunca como hoy, es esencial aceptar que el control de la enfermedad no será posible sin mejoras sustanciales a los sistemas de salud, pero éstas dependen en gran medida de cambios en el sector público (p.e. los gobiernos), nuevas alianzas con el sector privado, más investigación dirigida a otros factores adicionales a los biomédicos, así como políticas e intervenciones multisectoriales y multidisciplinarias que privilegien la atención de los más necesitados.

LA TUBERCULOSIS Y LOS DETERMINANTES SOCIALES

En una perspectiva global, la tuberculosis (TB) es causa y consecuencia de la pobreza. Como una de las infecciones más comunes en el mundo, *Mycobacterium tuberculosis*, el principal agente patógeno, no causa enfermedad en todos los infectados; sin embargo, entre la fracción de los infectados que caen enfermos, la mayoría vive en pobreza. En efecto, la TB afecta primordialmente a la población más vulnerable, aquella que no sólo carece de ingresos suficientes para su bienestar, sino que vive marginada y socialmente excluida del desarrollo individual y colectivo. La tuberculosis más que un simple evento de enfermedad, es el resultado final de una compleja red de factores biológicos, médicos y sociales, que requiere el estudio simultáneo de las características individuales y grupales que contribuyen en su génesis.

En la mayoría del mundo, tres factores de naturaleza biológica han sido señalados como determinantes fundamentales del

actual perfil epidemiológico de la TB; a saber, la aparición del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), la emergencia de la diabetes mellitus y la aparición de cepas múltiplemente resistentes a los medicamentos antituberculosos. Aunque esto es esencialmente correcto, la persistencia y devastación provocadas por el padecimiento, han motivado el reconocimiento del papel jugado por factores propios de la escala social (p.e. inequidad de ingreso, racismo, desigualdad de género, ausencia de capital social, e incluso violencia política) que deterioran el control efectivo de esta enfermedad. No obstante la existencia de un vasto cuerpo de investigaciones al respecto, aún está lejos de conocerse con precisión la intrincada red de relaciones que subyacen a la infección. ⁽⁸⁾



Por ejemplo, separar los efectos del contexto donde viven los individuos, de las características biomédicas y de privación personal que intervienen en la incidencia de la TB es bastante difícil. Por tal razón, se ha señalado que para confrontar este problema, se requiere de investigación científica multidisciplinaria, así como de la utilización de modelos conceptuales y metodologías que examinen no sólo las características biológicas de los individuos, sino también los atributos de los grupos sociales a los que pertenecen, tal como se hace desde el enfoque multinivel. Además, es esencial evaluar la heterogeneidad geográfica que ocurre en la TB, porque se acepta que los individuos no se distribuyen uniformemente en espacio o tiempo, de tal manera que tienen diferentes gradientes de exposición a lo largo de sus vidas.

TUBERCULOSIS, VULNERABILIDAD SOCIAL Y CRISIS ECONÓMICA MUNDIAL

Ya hemos dado cuenta de la evidencia histórica y contemporánea que señala que la TB está asociada a bajo status socioeconómico tanto de los individuos (p.e. bajo ingreso y nivel educativo), como del espacio físico y contexto social donde viven (p.e. concentración de pobreza, deficiente calidad de vivienda, urbanización anárquica, segregación residencial).⁽⁹⁾ Esta relación puede además, ser acentuada por la vigente crisis económica mundial que ha agravado el descenso global en los estándares de vida, el desempleo, la inadecuada nutrición, las deficientes condiciones de vivienda, todos ellos factores vinculados a la TB. ⁽¹⁰⁾

En el escenario actual, existe el riesgo no sólo de deteriorar el financiamiento de los programas de control de la TB, sino minar el interés de los gobiernos, particularmente de países en desarrollo, para atender los daños sociales asociados a la ocurrencia de la enfermedad. Esta amenaza es real, de hecho, en el reciente Foro Económico Mundial realizado en Enero de 2009 en Davos, Suiza, se anunció para los siguientes dos años un déficit de 5 billones de dólares para los programas de control de la TB, lo que sin duda afectará el desarrollo de herramientas diagnósticas, terapéuticas y de apoyo social que se requieren para atender la carga de morbilidad y mortalidad provocada por el padecimiento. ⁽¹⁰⁻¹¹⁾

De acuerdo al Banco Mundial, 100 millones de personas han sido colocadas nuevamente en situación de pobreza o pobreza extrema, lo que podría facilitar la diseminación de la TB debido fundamentalmente a un súbito y pronunciado incremento del volumen de casos. ⁽¹¹⁾ Se ha señalado adicionalmente, que la pobreza reduce la capacidad de los individuos para hacer frente a la TB, lo que se traduce con frecuencia en la falta de voz y representación, características esenciales de la vulnerabilidad. Así, la vulnerabilidad es resultado de la acción traslapada de factores biológicos, socioeconómicos y ambientales que no sólo pone a individuos y comunidades en mayor riesgo de TB sino que limita sus capacidades para hacer frente a tal exceso de riesgo. ⁽¹²⁾

Se reconoce entonces, que los pobres y los vulnerables son más susceptibles de adquirir la infección tuberculosa cuando se les compara con la población general. Es conveniente señalar que la vulnerabilidad a la TB puede surgir como consecuencia de una amplia gama de factores adicionales a la pobreza, como la exclusión social debida a diferencias de género, raza, cultura, etc.; la falta de acceso a servicios y residencia en comunidades rurales o urbanas marginadas; la deficiente educación para acceder a servicios de salud o rechazar el tratamiento; los movimientos migratorios rurales-urbanos; y las conductas personales de riesgo (p.e. alcoholismo, tabaquismo, malnutrición, drogadicción, prácticas sexuales asociadas a la infección por VIH).

Los cambiantes y desiguales patrones de desarrollo social y económico han contribuido a una nueva geografía de la riqueza y pobreza, lo que tiene significativas implicaciones para la epidemiología del padecimiento. Ante este patrón, es claro que el control de la TB y la reducción de la pobreza y la disminución de grupos vulnerables, solamente pueden alcanzarse si los esfuerzos financieros y técnicos mejoran las condiciones sociales de la población general, y de modo particular, si las estrategias para la detección oportuna de casos y portadores, así como el aseguramiento de curación mediante el tratamiento farmacológico, son dirigidas esencialmente a los individuos y poblaciones más pobres y vulnerables a la TB.

¿QUÉ PODEMOS HACER DESDE LA ACADEMIA PARA SU CONTROL?

Aunque teóricamente la detección eficiente de casos y una elevada tasa de curación podrían eliminar la transmisión de *M. tuberculosis*, se acepta que tales propósitos están actualmente fuera del alcance de cualquier sociedad.⁽¹³⁾ Esto se debe entre otras cosas a dificultades para establecer un diagnóstico oportuno; a deficientes estrategias para garantizar la adherencia al tratamiento; a la emergencia de cepas multirresistentes; a la pandemia del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH); a la falta de una vacuna eficiente para evitar la infección; y a la creciente asociación con algunas enfermedades crónicas y estilos de vida, particularmente la diabetes y el tabaquismo.⁽¹⁴⁾ Si tales factores, predominantemente biomédicos, no son complementados con el estudio de los determinantes sociales y económicos que interactúan con ellos, el problema en vez de ser aliviado, puede impedir la consecución de metas globales para el control de la TB.

El desafío técnico implica que nuevas herramientas de control biomédico son necesarias para disminuir la carga de morbilidad y muerte de este padecimiento, incluyendo entre otras cosas, mejores técnicas diagnósticas; esquemas de tratamiento más eficientes; y el desarrollo de una vacuna más eficaz. Pero además, existe un reto académico que apunta a la urgencia de contar con un mejor entendimiento acerca de la relación entre la enfermedad y las características contextuales de las sociedades modernas en las que la TB ocurre, para así implementar mejores políticas de salud e intervenciones dirigidas a las poblaciones más vulnerables. ⁽¹⁵⁾

En tal sentido, esfuerzos adicionales deben hacerse en Sonora para estudiar el espacio en donde la TB tiene lugar, pues en él, múltiples factores de riesgo coexisten y se distribuyen heterogéneamente, lo que no sólo favorece la presencia del padecimiento, sino que ponen en particular riesgo a poblaciones vulnerables o con déficits sociales. Ese análisis del espacio debe, en contraste al enfoque usado hasta el momento en la mayoría de investigaciones realizadas en el país, ser capaz de identificar características contextuales de unidades poblacionales pequeñas (p.e. colonias, zonas postales, o bloques censales) a fin de

dirigir las actividades preventivas y de control de manera prioritaria a los vecindarios más vulnerables al padecimiento.

El estudio de áreas de pequeño tamaño como las arriba citadas, puede no sólo ayudar a identificar grupos poblacionales en alto riesgo de sufrir los efectos de la TB, sino a entender cuáles son las características que limitan su capacidad para enfrentarle. Un reciente ejemplo de su aplicación, es un estudio realizado en el Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora, mismo que tuvo como propósito general la identificación de áreas vulnerables a la TB. Esta investigación cuyos resultados definitivos están en fase de preparación, utilizó herramientas del análisis espacial y los Sistemas de Información Geográfica para examinar por un lado, la distribución intra-urbana de la TB en la ciudad de Hermosillo, usando como unidad de análisis a los bloques censales, y por el otro, evaluar si tal distribución está espacialmente correlacionada con el estatus socioeconómico de los individuos que residen en esos mismos bloques.

Los resultados iniciales nos indican que la TB no se distribuye homogéneamente al interior de la ciudad, y que los individuos viviendo en áreas de media, alta y muy alta marginación social tuvieron un exceso de riesgo de TB cuando se les comparó con áreas de baja y muy baja marginación social. (Tabla 1) Además, agrupamientos locales significativos de alta incidencia y mortalidad por TB fueron identificados en el norponiente, centro-oriente y sur-poniente de la ciudad. (Figura 1) Los hallazgos sugieren que este tipo de estudios no sólo pueden a nivel local, avanzar el entendimiento técnico y científico del problema, sino que pueden ser útiles para dirigir prioritariamente las intervenciones a los grupos más vulnerables al padecimiento.

Tabla 1. Distribución de la morbilidad y mortalidad por tuberculosis, según AGEB de residencia Hermosillo al, México. 2000-2006

Estrato de marginación social ^{1/}	Casos n (%)	Tasa de morbilidad ^{2/}	Defunciones n (%)	Tasa de mortalidad ^{3/}	Razón de tasas ^{4/}
Hermosillo (global)	903 (100)	18.2	68 (100)	1.6	—
Muy baja	50 (5.5)	6.7	1 (1.5)	0.1	Referencia
Baja	340 (37.6)	14.8	21 (30.9)	0.9	6.9
Medio	180 (19.9)	18.0	18 (26.5)	1.8	13.5
Alto	265 (29.3)	26.3	25 (36.8)	2.5	18.5
Muy alto	68 (7.5)	14.2	3 (4.4)	0.6	4.7

^{1/}Únicamente incluye a la ciudad de Hermosillo y no al municipio completo
^{2/}Marginación esta basada en un índice de estatus socioeconómico estimado usando datos del XII Censo Nacional de Población y Vivienda
^{3/} Incidencia acumulada por 100,000 habitantes
^{4/} Tasa cruda por 10,000 habitantes
^{5/} Razón de tasas de la mortalidad

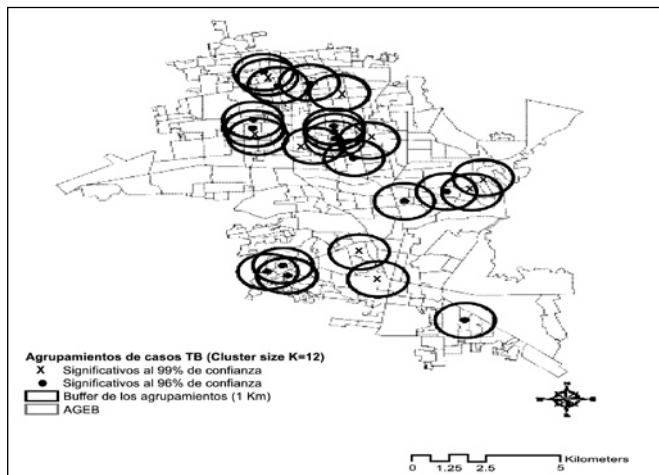


Figura 1. Agrupamientos locales de tasas de morbilidad por tuberculosis según AGEB de residencia, Hermosillo, México 2000-2006

COMENTARIO FINAL

La tuberculosis continúa siendo un problema de salud pública con una faceta biomédica que atender, pero que requiere con urgencia que se atiendan los determinantes sociales que subyacen a la infección. La atención prioritaria de los grupos humanos vulnerables demanda que haya una base técnica y el conocimiento científico suficiente, para complementar las buenas intenciones que siempre permean en los programas diseñados para su control. En el caso de Sonora, la voluntad política y la toma de decisiones en la materia, pueden buscar en el trabajo académico y la investigación operativa local, diversas estrategias innovadoras y nuevos constructos teóricos que den solidez y consistencia a las actividades realizadas por el personal de salud, y que éstas se dirijan de modo prioritario a los individuos y poblaciones que se encuentran en mayor riesgo de sufrir los estragos de la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. *WHO Report 2008. Global tuberculosis control: surveillance, planning, financing*. Geneva, Switzerland, WHO/CDS/TB/2003.316 Disponible en línea en http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/ (Consultado el 7 de Marzo de 2009)
2. Secretaría de Salud. *Plataforma Única de Información. Módulo de Tuberculosis. Información preliminar 2007*. Dirección General Adjunta de Epidemiología. México, 2008
3. Secretaría de Salud. *Sistema Nacional de Información en Salud. Cubos de Mortalidad 1990-2007*. Secretaría de Salud. México, 2008
4. Secretaría de Salud. *Plan de Acción: tuberculosis*. (1ra. Ed) México, 2001. pp 13-19
5. Álvarez-Hernández G, Reguera-Torres ME, Fontes-Martínez TL. *Plan emergente para el control de la Tuberculosis pulmonar, Sonora 2001-2002*. Servicios de Salud de Sonora. Dirección General de Servicios de Salud. 2001
6. Dietrich J, Vingsbo-Lundberg C, Andersen P. *TB vaccines strategies –What is needed to solve a complex problem?* Tuberculosis 2006; 86: 163-68
7. 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]
8. Farmer P. *Social scientists and the new tuberculosis*. Soc Sci Med 1997; 44 (3): 347-58
9. Hanson CL. *Tuberculosis, poverty, and inequity: a review of the literature and discussion of issues*. World Bank. USA. Resource available online at tb_ressource_library/tbp_execsum/tbpoverty_inequity_ch.pdf
10. Morris K. *Global tuberculosis control amid the world economic crisis*. Lancet Infect Dis 2009; 9 (3): 144-45
11. World Economic Forum. *Annual Meeting Report 2009*. Davos, Switzerland. January, 2009. Disponible en línea en: www.weforum.org/en/events/AnnualMeeting2009/index.htm (consultado el 8 de Marzo de 2009)
12. The Equi-TB Knowledge Programme. *Who is most vulnerable to TB and what can we do about it?* Liverpool School of Tropical Medicine. Disponible en línea en: http://www.equi-tb.org.uk/uploads/tb_vulnerable.pdf (consultado el 8 de marzo de 2009)
13. Dye C. *Tuberculosis 2000-2010: control but not elimination*. Int J Tuberc Lung Dis. 2004; 4 (12 Suppl 2): S146-52
14. Ponce-De León A, García-García L, García-Sancho MC et al. *Tuberculosis and diabetes in Southern Mexico*. Diabetes Care 2004; 27: 1584-90
15. Editorial. *Tackling poverty in tuberculosis control*. Lancet 2005; 366: 2063



ANALIZAN PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A PARTIR DE PLANTAS DE ZONAS ÁRIDAS

COMPILACIÓN: RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ

REUNIÓN NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES

Para intercambiar experiencias en el desarrollo de nuevas tecnologías y optimización de procesos para reducir los costos de obtención de biodiesel y lograr su industrialización, la Universidad de Sonora (Unison) fué sede el 28 y 29 de noviembre de la Reunión Nacional sobre Bioenergía, Biodiesel y Biodiversidad en Zonas Áridas.

Una preocupación mundial es obtener biocombustibles a partir del procesamiento de los vegetales es una industria que la comunidad internacional ha tomado como alternativa para mitigar los gases de efecto y para buscar sustitutos del petróleo. invernadero

Actualmente existen países que están produciendo biocombustibles, como etanol biodiesel a través de plantas como el maíz, la caña de azúcar y algunas oleaginosas. En México también se está haciendo lo propio, pero tomando en cuenta que más del 50 por ciento de su territorio es desértico o semidesértico por lo que necesariamente deben de orientarse estrategias para aprovechar sustentablemente otras opciones para producir biocombustibles, procurando que la utilización de menor cantidad de agua y en lo posible que se utilicen plantas que nos estén relacionadas con la alimentación humana, como el maíz.

El encuentro, formó parte de un proyecto patrocinado por el Instituto Nacional de Tecnología, vía la Embajada Británica y el Departamento de Medio Ambiente de Asuntos Rurales de Inglaterra. Fue un espacio propicio para iniciar el diálogo científico y técnico orientado a la identificación de nuevos insumos, sistemas productivos sustentables,

procesos y tecnologías de obtención, así como su viabilidad económica y ambiental.

Las temáticas que se abordaron fueron: las Zonas áridas en México y sustentabilidad de bioenergéticos; ciencia y tecnología de los bioenergéticos en zonas áridas, retos y oportunidades de los bioenergéticos y el desarrollo rural sustentable en zonas áridas.

Otro objetivo fue el propiciar el intercambio de experiencias y conocimientos en las políticas, el conocimiento científico, y el desarrollo de nuevas tecnologías, así como la optimización de procesos para reducir los costos de obtención de bioenergéticos y biodiesel y lograr su industrialización en las zonas áridas.

Como ponentes invitados estuvieron los doctores Adrián Fernández Bremauntz, del Instituto Nacional de Ecología; Vidal Fernández Carpio, de ITRoque Guanajuato; Alfredo Martínez Jiménez, del Instituto de Biotecnología de la UNAM; Omar Masera Cerutti (Rembio, CIEco, UNAM) y Gisela Montero Alpírez, de la Universidad Autónoma de Baja California, entre otros.

El evento fue organizado por el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), el Instituto Nacional de Ecología (INE), el Departamento de Medio Ambiente y Asuntos Rurales del Reino Unido, la Embajada Británica en México, la Red Mexicana de Bioenergía (Rembio) y el Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y algunas instituciones más. Asistieron especialistas de diversas universidades, centros de investigación, dependencia del Gobierno Federal y del Poder Legislativo, un foro plural en el que se reforzarán compromisos a favor de la sociedad.

El Dr. Alejandro Castellanos Villegas, presidente del comité organizador del evento comentó que este tipo de encuentros son propicios para el intercambio de ideas y reflexiones acerca de los retos que tiene México ante el uso de bioenergéticos, además de que representa una oportunidad para consolidar la relación con otras instituciones y de esta forma enriquecer el debate científico y social sobre el tema. El principal reto en materia de biocombustibles es integrar a la producción de éstos al desarrollo social y económico del país, principalmente de las zonas rurales. En este tema aún hay aspectos que la comunidad científica deberá resolver a fin de sus esfuerzos se traduzcan en un mejor nivel de vida de la sociedad, en riqueza y cuidado del medio ambiente, es decir, en desarrollo sustentable.

LO MÁS SOBRESALIENTE DEL ENCUENTRO FUE LO SIGUIENTE:

1. Presentación del Proyecto BIO 3

El Doctor Alejandro E. Castellanos Villegas, investigador del DICTUS comentó que BIO 3 está apoyado por el Departamento del Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido (Defra), la Embajada Británica en México y el Instituto Nacional de Ecología. "Es parte de los proyectos que se tienen entre México y la comunidad británica, vía el Instituto que puso la confianza en la Universidad de Sonora para investigar bioenergía en zonas áridas y tiene el objetivos de investigar fuentes de biodiesel en zonas áridas de Sonora, generar foros donde podamos integrarnos los que investigan y desarrollar diálogos a nivel internacional para exponer las experiencias de México y conocer las de otros países", señaló.

Para la producción de biodiesel explicó que usarán jatrofas, una planta euphorbiácea que tiene propiedades medicinales y es nativa de América Central, pero se ha extendido al resto del mundo y sus semillas contienen un aceite no comestible que se puede utilizar directamente para aprovisionar de combustible lámparas y motores de combustión o se pueda transformar en biodiesel, mediante un proceso químico especial.

"Estamos buscando nuevas alternativas energéticas, por ejemplo una de las especies que más se usa en México y el mundo, es una jatrofa; tenemos 40 especies en México, e incluso es de las que más se usa en el resto del mundo, es de origen mexicano, lo que pasa es que en la India desarrollaron la tecnología para comercializarla".



BIO 3 inició su primera etapa en abril con un apoyo económico de cien mil libras esterlinas (dos millones, 28 mil 867 pesos) y concluirá en el 2011 y la idea es que en algún momento los bioenergéticos investigados se apliquen a la industria y se vaya creando la capacidad para generarlo en el estado, anotó.

2. Requiere México producir biocombustibles de manera autosuficiente

El principal reto de la producción de biocombustibles en México es garantizar que esta actividad se desarrolle de manera sustentable a fin de lograr un equilibrio ambiental, social, económico y jurídico, consideró el director de Investigación en Cambio Climático del Instituto Nacional de Ecología (INE), Andrés Flores Montalvo.

Abundó que México se encuentra ante la necesidad de satisfacer la demanda creciente de energía y definir el tipo de tecnología que usará para ello. Sin embargo, también es necesario analizar las consecuencias de los recursos tecnológicos que se utilizarán, ya que a la vez hay que procurar disminuir las emisiones de gases de invernadero. Entre las ventajas de la producción de biocombustibles se encuentra la generación de empleo, la reducción de emisiones de CO₂, la obtención de combustibles para auto consumo de la región, entre otras. Pero hay que cuidar que ello no represente la expansión de la franja agrícola a zonas naturales protegidas, porque eso representaría un grave daño al medio ambiente, por eso se debe avanzar en el uso tecnológico e incorporarla a las necesidades y potencialidades del país sin poner en riesgo en medio ambiente ni la economía del país.

3. Proponen expertos crear un Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Biotecnología

Promover ante la Red Mexicana de Bioenergía la posibilidad de capítulos temáticos y el proyecto de crear un Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Biotecnología, fueron dos de las principales conclusiones de la Reunión Nacional sobre Bioenergía, Biodiesel y Biodiversidad en Zonas Áridas.

Sobre la creación de un Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Biotecnología en materia de bioenergéticos a nivel nacional, la idea es tener sistemas estatales de transferencia e investigación y tecnología con la participación de las instituciones académicas que están generando el conocimiento en términos científicos y tecnológicos.

BALANCE GENERAL

Con la realización de este evento se establecen las bases para que la comunidad académica de México se integre en un esfuerzo común, se impulsen proyectos estratégicos de manera integral y se aproveche la infraestructura y recursos económicos. Como se observa en los resultados de la reunión, los diversos sectores de la sociedad. público y privado y el académico deberán de ir de la mano en este esfuerzo.

LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD COMO UN LÍMITE NATURAL

EDUARDO VERDÍN LÓPEZ

La aceleración de la gravedad tiene un valor bien conocido dentro de la física, pero su influencia en la aceleración que toman los objetos cuando se deslizan libremente en una pendiente, no es muy clara, no obstante que ésta también es constante para cada ángulo de inclinación; en este escrito se pretende con el apoyo de hechos experimentales, dejar clara esta relación.

DR. EDUARDO VERDÍN LÓPEZ
Correo: everdin@correo.fisica.uson.mx
Doctor en Física. Departamento de Física, de la Universidad de Sonora.

DEVELANDO UN MISTERIO

La naturaleza oculta celosamente sus constantes físicas, y lo hace no disimulándolas sino al contrario exhibiéndolas, de tal forma que se acostumbre a verse como algo habitual. Tener conciencia de su existencia no es fácil, sobretodo porque pasan desapercibidas y difícilmente uno los observa o tiene conciencia de ellas. Una constante muy común para todo mundo es la aceleración de la gravedad, y el propósito de este escrito es desnudarla, entrar en su intimidad, la forma en que lo se muestra utilizando el método experimental, pero no para calcular el valor de ella sino para mostrarla como lo que es, un límite natural.



OBJETOS EN DESLIZAMIENTO LIBRE

Los objetos que se deslizan en un riel de aire, aparentemente no están sujetos a ninguna interacción (por lo menos visible) por lo que decimos que lo hacen libremente, pero también observamos que conforme el ángulo de inclinación aumenta, su aceleración lo hace también, y al ángulo limitante de 90° los objetos ya no se deslizan sino que "caen", con una aceleración bien definida que se conoce como la aceleración de la gravedad (g), uno se pregunta: ¿esta aceleración está relacionada con el deslizamiento? Seguramente que si, pero qué tan involucrada está, eso sí no es muy claro.

Por tal razón me propongo sistematizar la relación y obtener una respuesta.

EL RIEL DE AIRE COMO HERRAMIENTA SENSORA

El método a seguir será utilizando la aceleración que manifiesta un móvil, deslizándose libremente en un riel de aire. Calculamos la aceleración del móvil para diversos ángulos de inclinación del riel de aire, el método a seguir es descrito en un artículo previo de la revista Epistemus [1]. Haremos lo anterior para 10° , 20° , 25° , 30° , 35° y 40° ángulos mayores presentan una dificultad mayor porque necesitamos levantarlo de un extremo a una altura de 70 cm o más, lo cual hace incómodo el trato, además el móvil adquiere en poco tiempo gran velocidad y tiene dificultades en mantenerse estable en el riel. Con este número de ángulos creemos es suficiente para lo que se quiere mostrar. En la figura 1 se muestran las rectas de velocidad media contra tiempo a los diferentes ángulos, y en la leyenda mostramos las pendientes de las rectas ajustadas, una computadora con una base de datos como el Excel es suficiente. Nótese que en la figura 1 se incluye la medición de un móvil a un ángulo de 90° .

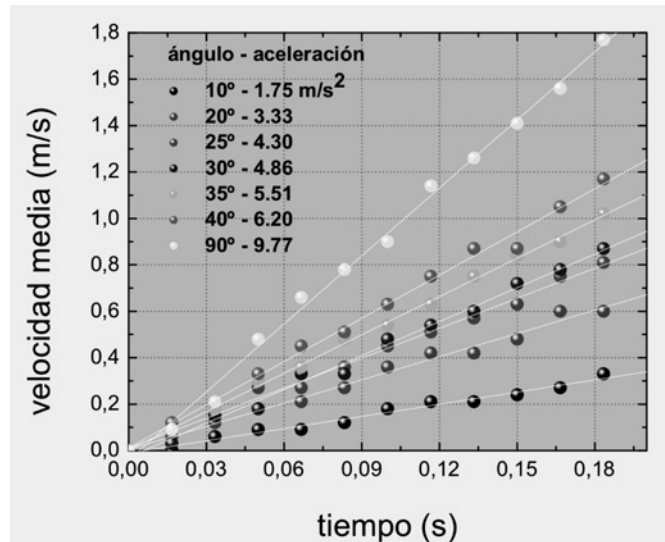


Figura 1. En ésta se muestra como se comportan los registros del móvil a diferentes ángulos, se adiciona la recta de ajuste y el valor de su pendiente (aceleración).

CAÍDA LIBRE

Un objeto a un ángulo de 90° con la horizontal ya no se puede deslizar sino que cae y se dice que está en caída libre. Para esto ya no es útil el riel de aire y lo que usamos es un registrador de movimiento en caída libre proporcionado por el laboratorio de Servicios del Departamento de Física de la UNISON. Este (diseño original del Departamento de Física) se muestra en la figura 2, y el experimento [2] es similar al anterior: se pega la cinta registro en el interior de uno de los rieles "contacto", y el móvil (un balón de acero) se sujeta por un electroimán a la tapa superior, los cables de polaridad que salen del generador de chispa, se colocan en los bornes adecuados instalados en el registrador ver figura 2, se acciona el generador y al mismo tiempo se libera el balón el cual al caer entre los postes deja su registro espacio-temporal en la cinta. Igualmente [1] los datos se llevan a los lugares adecuados en la tabla de tabulación y se calculan las velocidades medias, éstas se grafican contra el tiempo y a partir de la recta obtenida se calcula la aceleración, ver recta extrema superior en la figura 1, y da un valor de $9.77 m/s^2$.

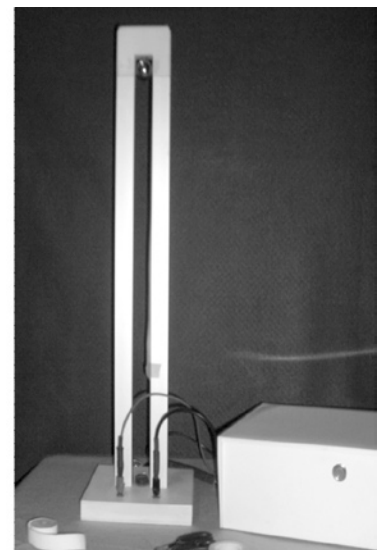


Figura 2. Se muestra el registrador de caída libre, sus cables de conducción de chispa y el balón en la parte superior.

LÍMITE DE LA ACELERACIÓN

Al graficar las aceleraciones obtenidas contra el ángulo correspondiente, notamos que hay una relación directa entre ellos, es decir si uno crece el otro también, pero no es una relación lineal, ver línea segmentada en la figura 3, porque para 90° el valor es de 9.77 m/s^2 y está notoriamente separado del cruce de la línea de tendencia y el eje de 90° . Por lo tanto la dependencia no es lineal, pero si tiene un valor limitante.

Para tener más información seguimos "aumentando" el ángulo y colocamos el riel a 100° que en los hechos significa pasar el riel del otro lado, ver figura 4, de tal forma que para 160° la inclinación es la misma que la de 20° , 145° es igual a la de 35° y así se continúa, estos valores se incluyen en la grafica de la figura 3 y de esta forma vemos que se asemeja a una función seno. Para comprobarlo insertamos la función $a = 9.77\text{sen}(\theta)$, el ajuste no deja lugar a dudas.

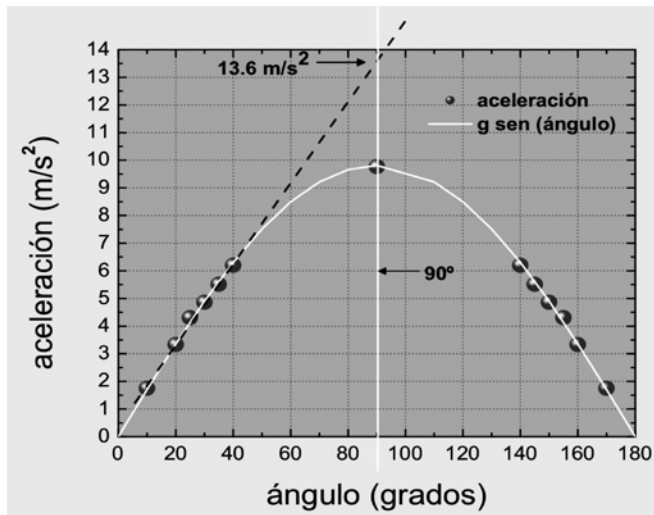


Figura 3. Representación gráfica del comportamiento de la aceleración con el ángulo de inclinación. La línea negra segmentada marca una tendencia lineal, la línea blanca muestra el ajuste de la función $a = 9.77\text{sen}(\theta)$.

CONSTANTE NATURAL EN EL MOVIMIENTO

La revelación anterior lleva a la siguiente conclusión, los objetos en la tierra caen con una aceleración límite de un valor bien definido, y el valor de la aceleración en los deslizamientos es una parte de g y muestra el carácter vectorial de ésta, ya que $g\text{sen}(\theta)$ es la proyección de g vector en la dirección de movimiento. La otra componente de la aceleración de la gravedad $g\text{cos}(\theta)$ es anulada por el riel, que le impide moverse en esa dirección. Mejores métodos de medición establecen el valor de g en 9.81 m/s^2 y se conoce como aceleración de la gravedad (g), y ésta es una constante física en la tierra y forma parte de un concepto universal.

Con lo anterior se ha demostrado que la ecuación que rige el comportamiento de los objetos que se deslizan en movimiento libre y rectilíneo es:

$$a = g\text{sen}(\theta)$$

donde a es la aceleración, θ es el ángulo de inclinación.

Una vez más el uso adecuado de las herramientas del laboratorio nos permite hacer teoría, y encontrar constantes "universales" que ya fueron reveladas por otros experimentalistas observadores celestes como Galileo [3], Kepler y Newton.

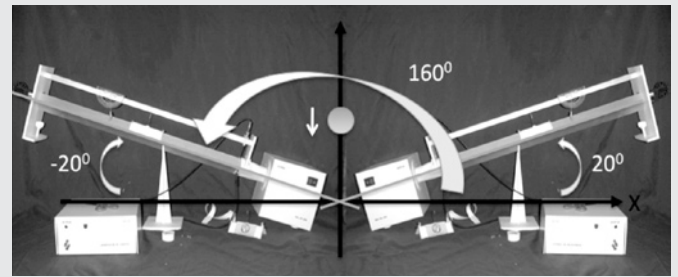
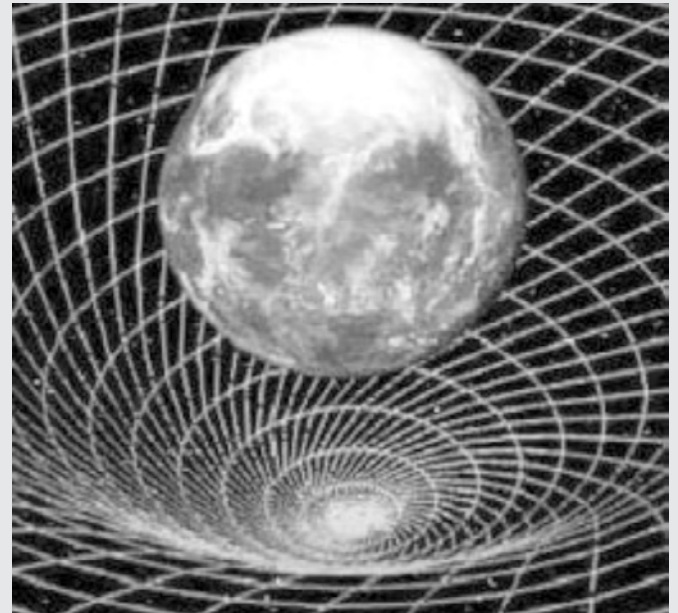


Figure 4. En este arreglo se hace una composición de los rieles de aire, para que sirva de referencia a los concepto de orden angular.



¿EN REALIDAD G ES UNA CONSTANTE?

Unas aclaraciones son pertinentes, tanto a , g y θ no dependen del objeto. Por lo tanto la aceleración de un móvil que se desliza a una cierta inclinación es la misma en cualquier lugar de la tierra siempre y cuando g sea constante, pero se ha demostrado al hacer el mismo experimento en otros lugares, que el valor de g cambia con la altura respecto al nivel del mar, la razón por lo cual lo hace no se puede mostrar con experimentos de cinemática, es decir con cálculos de aceleración, las causas son tema de otro concepto. Pero lo cierto e incuestionable es que en la superficie de la tierra existe un límite para g y es su valor al nivel del mar.

BIBLIOGRAFÍA

1. E. Verdín, Haciendo Física en el Aula, Epistemus diciembre 2008 volumen 5
2. M.E. Álvarez, et al. Física Experimental para Ciencias e Ingeniería (versión para el Alumno), Colección Textos Académicos, No 53 UNISON.
3. R. Pérez-Enríquez, Galileo Galilei, a 445 años de su natalicio, Epistemus diciembre 2008 volumen 5

AGRADECIMIENTOS:

L.F. Emiliano Salinas C. Por su apoyo en el uso del equipo y discusión del tema.

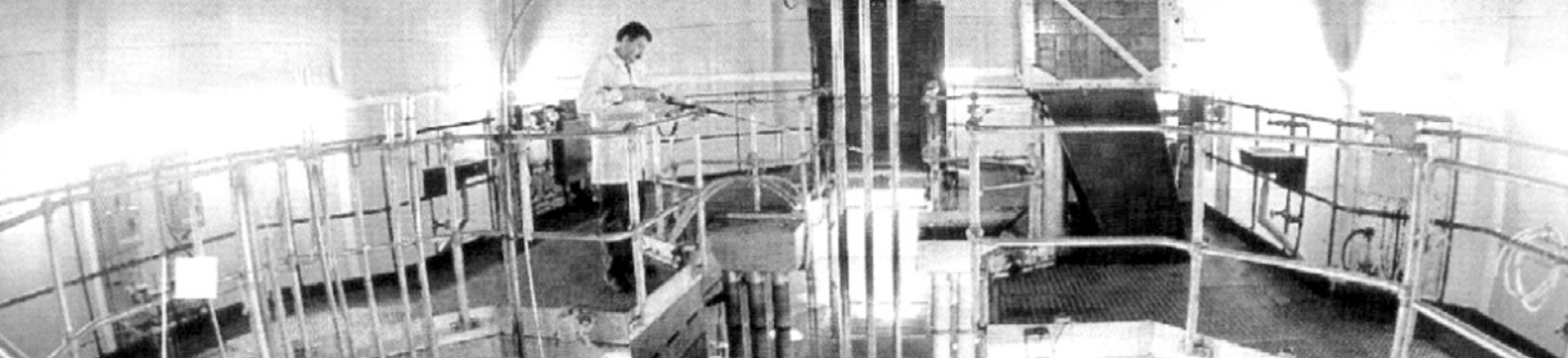


PANORAMA MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS

Aún con la recesión económica mundial actual y con los precios del petróleo a la baja, se requiere impulsar las nuevas fuentes de energía que tengan la capacidad de atender la creciente demanda mundial y la preservación del hábitat de los seres vivos. Entre otras, la energía nuclear juega y jugará un papel importante en este propósito.

FIS. EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS
Correo: esalinas@fisica.uson.mx
Departamento de Física
Universidad de Sonora



SITUACIÓN PASADA

A partir de los años sesenta, la capacidad instalada mundial de la industria nuclear creció a un buen ritmo, llegando a tener una participación del 16% de la producción total (todas las fuentes) a finales de los años 80's. Situación que continuó por dos décadas más, debido a dos factores: la producción nuclear crecía casi al mismo ritmo que el crecimiento de la producción de electricidad por otras fuentes y por un aumento de los factores de disponibilidad energética de los reactores instalados, entendiendo el factor de disponibilidad como la cantidad de electricidad que un reactor podría producir si funcionara continuamente a su potencia nominal.

El incremento de estos factores se logran por las mejoras tecnológicas, las mejoras de gestión, las mejoras de la seguridad y por la desregulación. Las mejoras tecnológicas, desde luego han sido posibles por el desarrollo de nuevos materiales, desarrollo de sistemas de cómputo (software y hardware) de mayor capacidad y rapidez de proceso, nuevos procesos de control de calidad, etcétera.

Con estas mejoras, y a pesar de la disminución del ritmo de instalación de nuevos reactores, se ha mantenido la participación de la energía de origen nuclear en alrededor del 16% del total [1].

SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, de los 30 países que tienen reactores nucleares, Francia es el país con mayor porcentaje de producción de electricidad vía la energía nuclear, con un 78.1 %, seguido por Lituania con 72.1 % y en menores porcentajes Suiza con 40 %, Alemania con 32 %, Japón 29.3 %, Estados Unidos con 19.9 %, México con el 5 % y China con el 2 % [2].

En todo el mundo en la actualidad están en construcción 35 reactores, de los cuales 20 están en Asia, y también ahí están 28 de los últimos 39 puestos en operación.

Por países, los de mayor crecimiento en la nucleoelectricidad son:

- China tiene seis reactores en construcción y tiene previsto quintuplicar su capacidad instalada, con todas las energías disponibles, para el 2020.
- India también tiene seis reactores en construcción y con una perspectiva de multiplicar por ocho su capacidad instalada para el 2022.
- Rusia tiene 31 reactores en funcionamiento y 5 en construcción.
- Corea del Sur, tiene tres reactores en construcción y 20 en funcionamiento lo que representa un 40 % de la electricidad que produce.
- Japón, con un reactor en construcción y con planes de incrementar del 29.3 % a 40 % su energía nucleoelectrica antes del 2020.

Aunque los Estados Unidos no tienen actualmente reactores en construcción, cuenta con 104 reactores en operación y sus esfuerzos se han dirigido a incrementar la producción de electricidad de éstos, mejorando los factores de disponibilidad así como a través de la renovación de sus licencias de operación para aumentar la vida útil de dichos reactores. Actualmente 48 reactores han obtenido la renovación por 20 años mas, con lo que se amplía su vida útil hasta 60 años.

Cabe aclarar que esta situación se ha dado en el entendido de que los EE.UU. no han firmado el Protocolo de Kyoto para la reducción de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, ya con el reconocimiento del peligro del cambio climático la situación puede cambiar radicalmente en un futuro próximo.

Situación futura, reactores de tercera generación

La mayoría de los reactores que en la actualidad están en operación se consideran de la segunda generación, que aunque han sido mejorados sobre la marcha, todavía cuentan con controles activos o de intervención operacional para el caso de eventos de mal funcionamiento.

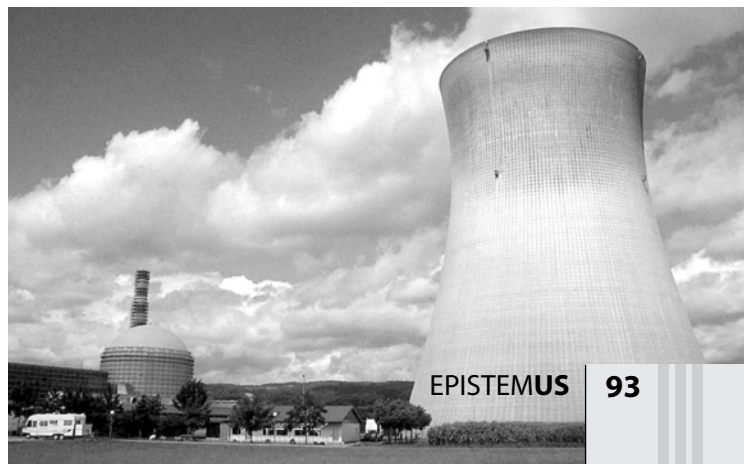
Los nuevos reactores, la tercera generación, se encuentran en etapas avanzadas de planificación y otros en etapas de investigación y desarrollo. Entre las principales características de estos reactores de III generación se tienen:

- Diseño estandarizado, lo que reduce el tiempo de construcción y por lo tanto reduce los costos de capital.
- Diseño más simple y robusto facilitando la operación y por consiguiente disminuyendo la vulnerabilidad a trastornos operacionales.
- Factores de disponibilidad mayores así como mayor vida de operación (típicamente de 60 años)
- Alto quemado de combustible, reduciendo la reposición del mismo y por tanto la cantidad de desechos.
- Sistemas de seguridad inherentes o pasivos, es decir, no requieren controles activos o de intervención operacional, sino que utilizan para su seguridad sólo fenómenos físicos tales como la fuerza de la gravedad, la convección natural o la resistencia eléctrica de conductores como función de la temperatura.

Con estos hechos, se puede vislumbrar que las futuras necesidades mundiales de energía serán resueltas con la concurrencia de las energías alternativas, incluida la energía nuclear, con la mira puesta en evitar la emisión de gases de efecto invernadero, y con ello el calentamiento global, que se producen con la quema de los combustibles fósiles. Para que esta situación se de a gran escala deberán darse avances científicos y tecnológicos en los campos de la física y la ingeniería y desde luego con las decisiones políticas adecuadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Richter, Burton, Potencial de crecimiento de la energía nucleoelectrica, IAEA Bulletin, 47-2, marzo de 2006.
2. McDonald, Alan, La situación de la energía nuclear en el mundo, IAEA Bulletin, 49-2, junio de 2008.





PREMIO UNIVERSIDAD DE SONORA A LA TRAYECTORIA Y AL MÉRITO ACADÉMICO DR. MOTOMICHI INOUE NOGUCHI

HILLO. SON.

FEB. 18 DE 2009



PREMIO A LA TRAYECTORIA Y MÉRITO ACADÉMICO 2008 AL PROFESOR INVESTIGADOR MOTOMICHI INOUE NOGUCHI

La Universidad de Sonora (Unison) entregó el Premio a la Trayectoria y Mérito Académico al profesor investigador Motomichi Inoue Noguchi, en reconocimiento a su trabajo y esfuerzo al fundar el Departamento de Polímeros y Materiales y la formación de recursos humanos especializados en dicha área del conocimiento.

Motomichi Inoue Noguchi fundó el Departamento de Polímeros y Materiales del Alma Mater y participó en la creación de la Maestría en Polímeros y Materiales, aprobado en 1984, así como en el doctorado en Ciencia de Materiales en 1989.

Durante 25 años se ha desempeñado como profesor investigador del mismo departamento, tiempo en el que ha fungido también como coordinador del Centro de Investigación en Polímeros y Materiales de 1985 a 1991, jefe de Departamento del mismo de 1991-1997 y de 1999 al 2000, coordinador del Posgrado en Ciencia de Materiales.

Su trabajo orientado a la formación de recursos humanos especializados con nivel de excelencia y desarrollo en la investigación de frontera, permiten calificarlo como uno de los más grandes precursores de las Ciencias de Materiales en México y para la Universidad de Sonora es un orgullo contar con su colaboración, enfatizó.

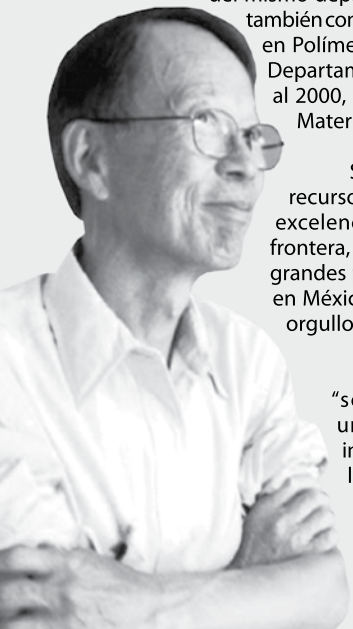
Recordó que al arribar a la entidad "solamente buscaba ayudar en crear un árbol de recursos humanos y hacer investigación con amplia libertad, entonces la Universidad de Sonora me ofreció una oportunidad y gracias al apoyo recibido se pudo crear un programa para formar

maestros y doctores".

La investigadora Catalina Cruz Vázquez, primera egresada de la Maestría en Polímeros y Materiales, dio lectura a una semblanza de Inoue Noguchi en la que destacó su labor como coordinador del Centro de Investigación en Polímeros y Materiales de 1985 a 1991 y posteriormente como jefe de Departamento de 1991 a 1997.

De 1999 al 2000 fungió como coordinador del Posgrado en Ciencia de Materiales, habiendo dirigido más de 30 tesis de maestría y doctorado; cuenta con 150 artículos publicados en revistas de arbitraje nacional e internacional y de éstos, más de 100 han sido como académico de la Unison.

Las actuales líneas de investigación del Departamento de Polímeros y Materiales fueron impulsadas por él, al igual que la creación de la Maestría en Polímeros y Materiales en 1984 y el doctorado en Ciencia de los Materiales en 1989.





EL AVENTURERO DE LAS GALÁPAGOS CHARLES DARWIN (1809-1882)

RICARDO RODRÍGUEZ MIJANGOS

Este año de 2009 se conmemora el segundo centenario del nacimiento del eminente científico inglés Charles Darwin. Cuando se acercaba a las Galápagos, estaba lejos de imaginar que aparte de un viaje en el espacio, estaba por irrumpir en un viaje en el tiempo al encontrarse un asombroso sistema geológico-biológico suspendido en el tiempo que le hablaba de cómo había sido el ecosistema de la tierra en eras ancestrales y en la que encontró claves fundamentales para el desarrollo de su famosa Teoría, sobre la evolución de las especies.

DR. RICARDO RODRÍGUEZ MIJANGOS
Correo: mijangos@cajeme.cifus.uson.mx
Doctor en física, Departamento de Investigación en Física
Universidad de Sonora

CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA TIERRA

Charles Darwin fue un científico británico, quien sentó las bases de la teoría moderna de la evolución con su concepto del desarrollo de todas las formas de vida a través del proceso lento de la selección natural. Su trabajo tuvo una influencia decisiva sobre las ciencias de la vida y de la tierra, y sobre el pensamiento moderno en general.



Réplica del HMS Beagle

Nació en Shrewsbury, Shropshire, Inglaterra, Darwin fue el quinto hijo de una familia inglesa rica y sofisticada. Después de graduarse de la escuela en Shrewsbury en 1825, Darwin fue a la universidad de Edinburg a estudiar Medicina. En 1827 se salió y entró a la Universidad de Cambridge preparándose para convertirse en un ministro de la iglesia de Inglaterra. Allí conoció a dos figuras: el geólogo Adam Sedgwick, y el naturalista John Stevens Henslow. Este último no solamente le ayudó a ganar más confianza en sí mismo, sino que también enseñó a su alumno a ser un observador metódico y cuidadoso de los fenómenos naturales y a ser un coleccionista de especímenes. Después de graduarse de Cambridge en 1831, Darwin de 22 años fue invitado a bordo del barco inglés de investigación HMS Beagle, por la amplia recomendación de Henslow, como un naturalista sin pago en una expedición científica para recolectar y estudiar especímenes en lugares poco visitados alrededor del mundo.

Una gran aventura para la ciencia inició el día que zarpó el barco HMS Beagle desde Inglaterra. Este tiene como misión investigar lugares aislados difícilmente visitados por navegantes. La lista de lugares incluyen el Cabo de Hornos, Australia, Nueva Zelanda, Galápagos, Tahití y otros más. El resultado del mítico viaje del Beagle fue una revolucionaria publicación del joven pasajero, Charles Darwin, cuyos inquisitivos ojos oteaban el basto mar, impaciente por el inicio del esperado viaje. La monumental obra que vería la luz veinticinco años después de su finalización, todavía cimbra el pensamiento de la humanidad.

En este año de 2009 se cumplen 200 años del nacimiento de Charles Darwin y 150 años de la publicación de su revolucionaria obra científica EL ORIGEN DE LAS ESPECIES. En gran parte esta monumental obra fue posible cuando se encontraron Charles Darwin y las islas Galápagos.

Las aguas de Galápagos, y a la distancia la isla de San Cristóbal, son el lugar que a la altura del Ecuador vieron a un joven inglés de fulgurantes ojos inquisitivos, acercándose y finalmente desembarcar en uno de los lugares más hermosos de la Tierra: las Islas Galápagos.

Por un periodo de cinco semanas el Beagle navega por las aguas de Galápagos, su comandante es el Capitán Robert Fitzroy.

El joven Charles Darwin pasó tan sólo dos semanas en tierra y fue suficiente tiempo para que vislumbrara lo que significaba la Selección Natural. No sabía entonces que le tomaría casi 25 años después de su visita a Galápagos publicar el libro: El Origen de las especies.

Investigando la historia de Charles Darwin encontramos en sus apuntes, un relato interesante en la bahía Cove en la Isla Isabela el 30 de Septiembre de 1835:

“El día estaba increíblemente caliente, el lago se veía azul y claro. Corrí apresurado hacia el, atorándome con polvo y para mi disgusto al probar el agua estaba tan salada como el agua de mar”.

Después de dos semanas de estadía el Beagle zarpó de Galápagos después de un oscuro atardecer del 20 de Octubre de 1835.

Para un naturalista tan joven como Darwin, algunas de las experiencias más asombrosas se sintieron a lo largo de todo su viaje a bordo del Beagle. Analizando la historia de Charles Darwin, podemos apreciar que sus escritos eran muy poderosos, en los cuales se nota la gran influencia que tuvieron las Galápagos en sus futuros trabajos.

Un día importante de su estadía en las Galápagos puede apreciarse en una descripción de lo que sucedió (en sus propias palabras) el 29 de Septiembre, cuando visitó el lado Occidental de las Islas Galápagos:

SEPTIEMBRE 29 DE 1835

Doblamos la extremidad sur occidental de la isla Albemarle, y al siguiente día estaba calmado entre ésta y la isla Narborough.

Las dos están cubiertas por inmensos diluvios de lava negra, que han fluido desde los bordes de las enormes calderas, como cuando una olla desborda su contenido cuando ésta es hervida o ha salido expulsada desde pequeños orificios en los flancos, y en su descenso se ha esparcido por millas sobre la costa marítima.

En las dos islas, se conoce que han habido erupciones, y en Albemarle, vimos una pequeña fumarola saliendo desde la cumbre de uno de los grandes cráteres. Por la noche anclamos en Bank's Cove, en la isla Albemarle.



A la siguiente mañana me fui a caminar. Al sur del maltrecho cráter, en donde el Beagle estaba anclado, había otro (cráter) hermosamente simétrico y de forma elíptica, su ancho era un poco menos que una milla, y su profundidad de alrededor de 500 pies.

En la parte inferior había un lago superficial, en medio del cual un pequeño cráter formaba un islote.

Las rocas en la costa estaban invadidas de grandes iguanas negras, de entre tres y cuatro pies de largo y en las montañas, una especie similar, fea de color café-amarillento era de igual manera muy común.

Vimos muchas de éstas últimas especies, algunas corriendo fuera del camino y otras escondiéndose en sus madrigueras.

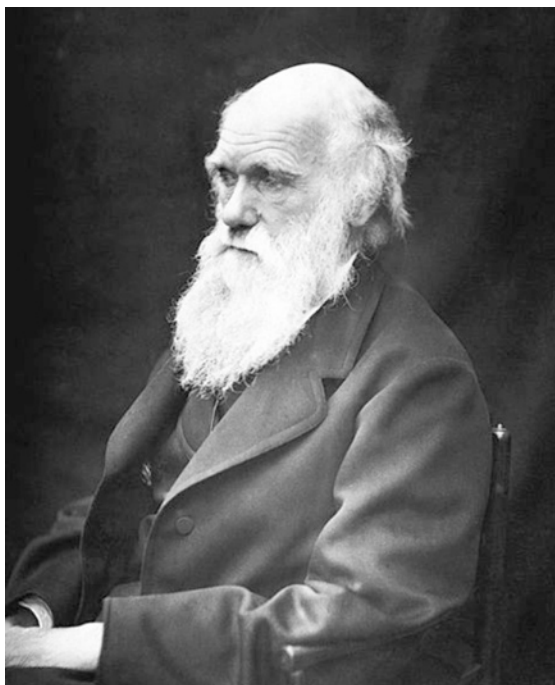
Deberé describir con mayor detalle los hábitos de estos dos reptiles. Toda la parte norte de Albemarle es miserablemente estéril.

La porción del viaje del Beagle en Galápagos está llegando a su fin. En honor a la historia de Charles Darwin podemos decir que escribió el trabajo más completo, justo después de visitar la Isla James (Santiago). Parece ser que ésta isla, su flora y fauna, inspiraron a Charles Darwin a escribir 27 páginas de descripciones, detalles y conclusiones tempranas acerca de esta isla.

También constituye el principio de lo que luego se conocería como la Teoría de la Evolución. Se puede hacer notar que uno de sus más interesantes escritos en el viaje del Beagle y que es comúnmente usado por los científicos como una manera de la influencia que tuvieron las islas Galápagos sobre Darwin, es este:

“Mirando cada elevación coronada por su cráter, y los límites de cada flujo de lava aún intactos, nos lleva a creer que dentro de un período geológico reciente el mar aún cubría todo este lugar.

Consecuentemente, los dos en espacio y tiempo, parece que nos lleva de alguna manera al gran hecho, al misterio de los misterios -- la primera aparición de nuevos seres en esta Tierra.”



CHARLES DARWIN (1809-1882)

Es probable que la Teoría de la evolución de Darwin no existiera sin su viaje a través del tiempo que significó su presencia en las Islas Galápagos y que es la supervivencia del mejor adaptado.

Su obra fundamental, El origen de las especies, publicada en 1859, estableció que la explicación de la diversidad que se observa en la naturaleza se debe a las modificaciones acumuladas por la evolución a lo largo de las sucesivas generaciones.

Libro de divulgación recomendado para el lector interesado:

- LAS MUSAS DE DARWIN José Sarukhan 4ª. Edición 2da. reimpresión 2008, La ciencia para todos F C E MEXICO:

En este libro el Dr. José Sarukhan eminente científico Mexicano ex -Rector de la UNAM describe a los personajes, el momento histórico y las ideas que influyeron en el pensamiento de Darwin, que fueron fuente de inspiración para formar su Teoría evolucionaria del Origen de las Especies.



Las Islas Galápagos se encuentran a casi mil kilómetros de distancia del continente. Con un alto grado de vegetación y fauna endémicas, constituyen uno de los paraísos naturales del planeta. Es uno de los Parques Nacionales más apetecidos del mundo. Fauna y flora son verdaderamente únicas. Interminables playas de arena clara, color marfil, como Tortuga Bay, son parte de su entorno, así como túneles de lava, zonas de buceo, una reserva marina y, por supuesto, sus animales prehistóricos y bellísimas y coloridas aves. Trece son sus islas principales y su clima es subtropical. Claves importantes para la Gran obra científica de Charles Darwin, las encontró aquí en el siglo XIX.



IGUANA MARINA DE LAS ISLAS GALÁPAGOS

NOTI-INGENIO

RECIBE UNISON EL ISO 14001-2004; ES LA PRIMERA EN AMERICA LATINA

El 12 de febrero, La Universidad de Sonora (Unison) se convirtió en la primera institución de educación superior de América Latina en recibir la certificación ISO 14001-2004, documento que garantiza que las actividades de docencia, investigación, extensión y difusión cultural, de la División de Ingeniería, se realizan sin afectar al medio ambiente.

El documento fue entregado al rector del Alma Mater, Pedro Ortega Romero por Selene Toledo Iñiguez, representante de la Asociación Certificadora Guardian Independent Certification México (GICM), luego de una detallada auditoría ambiental para constatar y avalar el citado hecho.

La obtención de certificación por parte de la División de Ingeniería es un primer paso, ya que en breve la implementación de modelos que procuren el uso eficiente de agua, energía eléctrica, reuso de papelería y tratamiento adecuado de residuos, se extenderá al resto del campus y unidades foráneas de la universidad.



NUEVO DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE GRANOS

El Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA) de la Universidad de Sonora, impartirá el doctorado en Ciencia y Tecnología de granos y productos marinos, posgrado único en su tipo a nivel nacional y dirigido a especialistas en Química, Biología, Agronomía, Nutrición y programas de Ingeniería afines.

El jefe del DIPA, Mario Onofre Cortez Rocha reconoció que en México y Sonora existen posgrados similares, pero el grado de especialización del plan de estudios de este nuevo doctorado lo convierte en una alternativa académica atractiva, por tener una currícula flexible y multidisciplinaria. Se trata de un doctorado que recoge la experiencia del personal académico del DIPA tras 25 años de impartir la maestría con especialidades en Almacenamiento y Procesamiento de Granos y Conservación y Procesamiento de productos marinos.

Los interesados pueden solicitar más información a los teléfonos correo electrónico a la dirección posgradodipa@guaycan.uson.mx.



SONORA SEDE DE LA REUNIÓN NACIONAL DE PLANETARIOS

El Área de Astronomía del Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora (Difus), a través del astrónomo Antonio Sánchez Ibarra comenta que la XXXVIII Reunión se realizará en Sonora, considerando que el 2009 es el Año Internacional de la Astronomía y el XXX Aniversario de la Asociación Mexicana de Planetarios (AMPAC). Para ello se tiene programado realizar una serie de actividades relacionadas con los avances de la investigación en astronomía, eventos dirigidos a todo público como exposiciones, cursos, talleres y desde luego observaciones astronómicas. El área de astronomía de la Universidad de Sonora realiza desde hace 19 años una inmensa labor de observación y de divulgación de esta disciplina por lo que se ha hecho merecedora de innumerables distinciones a nivel nacional e internacional.

La propuesta fue aceptada por mayoría y la fecha probables a realizar la reunión será del 25 al 28 de noviembre de 2009 dijo y recordó que en el 2004, Hermosillo y Ciudad Obregón fueron sede de la misma reunión.



PARTICIPA UNISON EN XVI CONGRESO NACIONAL DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

La necesidad de profesionalizar la actividad de la divulgación científica fue uno de los aspectos que trascendieron en la reciente edición del Congreso Nacional de Divulgación Científica en la que la Universidad de Sonora (Unison) estuvo presente.

Rafael Pacheco Rodríguez, coordinador del Programa de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica, participó en el evento en el cual expuso las experiencias que en la materia se desarrollan en la Universidad de Sonora y en las áreas de ingeniería del Alma Mater.

Sandra Gómez Cuadras, del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia presentó el proyecto de radio de la División de Ingeniería que se refiere al programa Ingenio: la manera inteligente de transformar.

La XVI edición del Congreso Nacional de Divulgación Científica fue convocado por la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica y bajo el tema de "el estado del arte de la divulgación científica, el papel de las universidades" y con la participación de más de 80 ponentes del interior de la República y otros países como España, Costa Rica, Colombia, Chile, Cuba y Estados Unidos, entre otros.

En su ponencia, instó a las universidades participantes a integrar una Red Nacional de Divulgación Científica, institucionalizar el programa de divulgación científica en las universidades y aprovechar la infraestructura física como la radio, la televisión, el Internet y todas las publicaciones para promover el conocimiento, entre otras cosas.



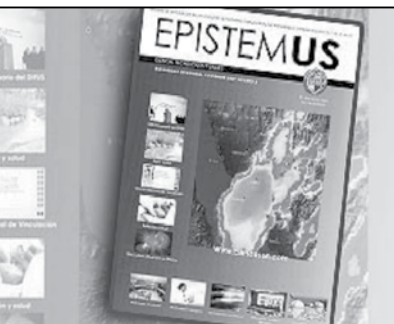
INCLUYEN A REVISTA EPISTEMUS DE LA UNISÓN EN BANCO DE INFORMACIÓN INTERNACIONAL

La revista Epistemus, de contenido científico, tecnológico y de la salud acaba de ser incluida en dos redes internacionales de difusión y divulgación científica que son Latindex y Periódica, Rafael Pacheco Rodríguez, director de la revista interdivisional de la Universidad de Sonora (Unison) Epistemus, comentó que este hecho representa un reconocimiento al proyecto editorial y al trabajo de la comunidad académica de la institución.

Estará en sistemas de información en línea de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Se puede acceder al banco de información a través de www.latindex.org agregándole el nombre de la revista y en la segunda opción, que es Periódica, una publicación de la Dirección General de Bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se puede acceder a <http://dgb.unam.mx/periodica.html>. A la fecha se han editado seis números de Epistemus y han participado 125 académicos con 72 artículos en las áreas relacionadas con la salud, investigación básica en física, matemáticas, ingeniería, tecnología, medio ambiente, políticas en ciencia y tecnología, entre otros.

Su publicación es semestral y se distribuye en el estado de Sonora y el país a instituciones del sector educativo, universidades, centros de investigación, dependencias gubernamentales y a los sectores productivos, para que conozcan lo que se crea y genera en le Universidad de Sonora en materia de ciencia y tecnología.

La revista también puede ser consultada, en todas sus ediciones, electrónicamente, por Internet, en la página web: www.ingenierias.uson.mx, o bien en la pagina de la universidad de Sonora: www.uson.mx.



DESTACA CENTRO METROLÓGICO DE LA UNISON A NIVEL NACIONAL

En Centro de Asistencia Metrológica (CAM) de la Universidad de Sonora (Unison) fue reconocido como uno de los tres mejores centros de medición, calibración de equipo e investigación en esta área del conocimiento a nivel nacional. Martín Chávez Morales, responsable del CAM comenta que esta distinción fue hecha por el Centro de Metrología de México (Cenam), mención que sólo comparten los laboratorios de metrología de Pemex en Tabasco y la empresa automotriz Volvo ubicada en Puebla.

Añadió que este reconocimiento se trata de un gran logro, ya que el CAM empezó a dar servicios al sector industrial a partir de 2007 debido a la alta demanda de empresas del ramo automotriz, aeronáutica y minera, entre otros. "Además le dará un valor agregado a las actividades que realizamos. Nosotros no sólo vamos a la empresa y decimos cuánto mide o pesa algún equipo o material, tenemos la capacidad humana y de infraestructura para proponer mejoras e investigar por qué algún proceso de medición o calibración no funciona y eficientarlo".

Para los interesados en solicitar los servicios o asesorías se pueden dirigir al correo electrónico: mchavez@industrial.uson.mx.



HOMENAJE AL DR. GUILLERMO SALAS PIZÁ CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

La comunidad universitaria y la Asociación Nacional de Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México A.C. Distrito Sonora, rindieron un sentido homenaje póstumo al doctor Guillermo F. Salas Pizá, por su sensible fallecimiento a principios del año 2008. El Dr. Salas fue el fundador de la escuela de Geología de la Unison, presidente de la AIMMGM a nivel nacional, y actualmente estaba a cargo de la Dirección de Minería del Gobierno del Estado. En la ceremonia se entregó una placa de reconocimiento a su esposa María del Carmen Tonella y sus hijos Guillermo y Carolina.

La directora de la División de Ingeniería, María de los Ángeles Navarrete Hinojosa, destacó la invaluable contribución de Salas Pizá como académico, forjando innumerables egresados de la institución, así como su aporte al desarrollo profesional de la minería y la geología. "La ausencia deja una huella que recordaremos siempre; sus incontables muestras de afecto a sus alumnos, su valiosa contribución a la industria minera, será motivo de permanente recuerdo", expresó con emoción.

Por su parte el Ing. Víctor M. Calles Montijo, presidente de la AIMMGM, destacó la trayectoria profesional: empresarial, académica y como funcionario público. Un amigo, un compañero de intachable conducta y querido por el gremio minero a nivel nacional e internacional. En reconocimiento a su labor la Sala de Eventos de la Asociación llevará su nombre. Descanse en paz.



EN EL BOSQUE SOMBRÍO

RICARDO ANTONIO RODRÍGUEZ DERECHOS RESERVADOS POR EL AUTOR

Dedicado a Riky

Estaba en la casa de mi madre de visita en la ciudad de México, como tantas veces, era una noche de otoño, refrescaba, pero no estaba helado. Al salir pasadas las diez de la noche caminé sintiendo la agradable comodidad de mis zapatos tenis Converse comprados en un reciente viaje a las Vegas. Así, llegué a la esquina con Calzada del Hueso, a media cuadra de la casa.

Al otro lado de la calzada, enfrente, estaba el complejo de tiendas, restaurantes, bancos y cines, al estilo gringo, Galerías Coapa. A esas horas uno de los negocios que funcionaban era Sanborn's donde se podía acudir a comprar todavía periódicos, de los rezagados en la venta diaria; comprar libros o acudir al Restaurante o al Bar.

Me interesaba un periódico, que durante el día no pude comprar, pero antes quise consultar mi correo electrónico. Casi en la esquina, antes de atravesar la calzada del Hueso hacia Galerías Coapa todavía estaba abierto Monkey's, un negocio con mas de cuarenta computadoras, cuyo fuerte eran los innumerables juegos disponibles en las máquinas. Abría desde la mañana, probablemente a las nueve y cerraba como a las once de la noche; no me dí cuenta que se había deslizado el tiempo, eran las 10.40 de la noche pero checaría mi correo electrónico.

Lo había hecho en varias ocasiones anteriores en el mismo negocio, aparte de los juegos, accedían a Internet con el Explorer. Cuando pedía una máquina me la asignaban mencionando el número e indicándome el sitio donde se ubicaba, que podía ser hasta la primera fila del fondo, o al frente y a la derecha. A veces cuando acudía en la tarde, el lugar estaba abarrotado de jóvenes, que con gran entusiasmo se ensimismaban en torno a sus máquinas, mientras en las pantallas destellaban súbitas luces amarillo naranja, simulando explosiones.

Esta noche, porque el lugar estaba despejado me asignaron una cercana, casi frente al mostrador; una que quedaba al lado de la puerta de entrada. Cuando me senté en el cómodo sillón mis espaldas dieron al mostrador, y como me sucedía siempre, al visualizar la pantalla me desconcertó la gran cantidad de iconos de acceso ligados a los distintos juegos. Siempre me costaba trabajo localizar la azulosa y estilizada "e" minúscula, de perfil grueso rodeada de un arco dorado, típica del Explorer, recorrí con la vista las incontables e inescrutables figuras y al fin la localicé en la parte de abajo de unas de las filas; y presuroso, dado que estaban por cerrar, tomé el mouse y lo moví guiando la flechita sobre el denso conjunto de iconos: Age of Empires, Mario Bros, otros, la mayoría, eran un enigma para mí.

Al acercarme a la brillante "e" azul-dorada, moví el dedo, haciendo click, en el botón izquierdo del mouse y esperaba ver desplegarse alguna página de la web, sin embargo, la pantalla completa se llenó con la imagen de un conjunto de árboles de tronco delgado, fijé la mirada en la imagen de un claroscuro fondo neblinoso, donde se adivinaban siluetas acercándose. Pensé, no le atiné al icono del Explorer y entré a un juego ¿Cómo salgo?

La imagen abarcaba la pantalla completa, sin el infaltable recuadro superior derecho que aparece con una cruz con fondo naranja, con la que suprimiría el desarrollo de lo aparecido. Iba a voltear al mostrador para pedir asistencia, cuando un fogonazo se desprendió de uno de los hombres que se acercaban, ya no eran siluetas, claramente eran soldados con trajes pardos y rifles en las manos. Como resultado del fogonazo, los pedacillos del rugoso tronco saltaron de un árbol que estaba en el primer plano de las imágenes, aparentemente al nivel de mi rostro.

Mis ojos se quedaron como hipnotizados, creí sentir el leve roce de algunas "astillas", pensé, seguí observando paralizado el avance de los soldados, giré levemente mi cabeza, pensando en mover el mouse y me sobresalté con un rostro aparecido, como si estallara, por su inesperado tamaño, invadiendo un espacio a mi lado.

Aún sorprendido lo observé con curiosidad, tenía una gorra militar, se le notaba el corte a rape en una cabeza con cabello oscuro, vestía uniforme verde olivo, estaba agazapado tras un árbol que parecía muy cercano. Al sentirse observado, creí ver que me hacía señas, como si indicara que me echara hacia atrás, torpemente moví la cabeza y vi que mis piernas estaban cerca de un árbol que tenía enfrente, pero la mayor parte de mi cuerpo sobresalía y quedaba al descubierto.

Oí gritos y ruidos que asocié a disparos, desconcertado giré la cabeza hacia atrás, buscando el mostrador del establecimiento y al moverme sentí el peso del rifle que sostenía, mis brazos en mangas color verde olivo, atrás, no vi más que árboles y espesas neblinas. Con azoro creciente, sentí que podía mover mis pies calzados con pesadas botas castrenses; empecé a caminar hacia atrás, quedé al descubierto, sin árboles de por medio.

Aturdido, con los pensamientos confusos, me agaché con la idea fija de sobrevivir; supuse que abajo, cerca del suelo, estaría el enchufe. Pensé confiado, me salvaré si desconecto la computadora, me inclinaba para hacerlo cuando sentí un golpe en la cabeza y todo oscureció...

Corrección de estilo: Dr. JE Noriega.

BREVIARIOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS, correo: esalinas@fisica.uson.mx
Departamento de Física, Universidad de Sonora, México Edición 2, 2009

EL LED (DIODO EMISOR DE LUZ) Y SUS APLICACIONES

Un ejemplo del desarrollo científico, que sirve de base para un avance tecnológico, lo es el diodo llamado LED, por sus siglas en inglés Light-Emitting Diode o Diodo Emisor de Luz, en español.

A partir de los años cuarenta del siglo pasado se han usado los diodos, junto con los transistores, en circuitos electrónicos mandando a los museos a los antiguos bulbos que se usaban en todo aparato electrónico.

La investigación básica en el campo de los semiconductores, aquellos que no son aisladores ni conductores eléctricos netos, llevó al desarrollo de materiales con un exceso de electrones, los así llamados semiconductores n y otros con una deficiencia de electrones, los llamados semiconductores p.

Para lograr este propósito, a la red cristalina (átomos entrelazados entre sí) del silicio (Si) o del germanio (Ge), cuyos átomos tienen cuatro electrones en su capa exterior con los cuales se enlazan con otros cuatro átomos de la red, se le sustituyen algunos de éstos por átomos de otro elemento que tenga cinco electrones en su capa exterior, éstos llenarán los huecos que dejaron los electrones del átomo de silicio o de germanio reemplazado y sobrará un electrón, teniendo un exceso de electrones, (tipo n). También pueden agregarse átomos de tres electrones en la última capa con lo que quedará un hueco sin llenar teniendo una deficiencia de electrones, (tipo p). A este proceso de agregación de impurezas se le conoce como dopaje.

Para obtener semiconductores tipo n se usan como dopantes el fósforo (P), el arsénico (As) o el antimonio (Sb) que tienen cinco electrones en su capa exterior y para los tipo p se utilizan el aluminio (Al), el galio (Ga) o el indio (In), con tres electrones en su capa exterior.

EL DIODO

Un diodo es un dispositivo formado por la unión de dos pastillas semiconductoras, una de tipo p (el ánodo) y otra de tipo n (el cátodo).

El diodo en un circuito electrónico, se comporta como una válvula que deja pasar la corriente cuando ésta circula en un sentido y la bloquea cuando circula en sentido contrario. Debido a esta característica, una de sus aplicaciones es usarlo como rectificador, es decir, para convertir la corriente alterna en corriente directa.

Por otro lado, los pares electrón-hueco se recombinan cuando los electrones caen de una banda de mayor energía, la llamada banda de

conducción, a una banda de menor energía, la banda de valencia. En este proceso se emite una cierta cantidad de radiación cuya frecuencia depende de la diferencia de energía entre estas bandas, y va desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

Los diodos de silicio o de germanio emiten radiación infrarroja, no captada por el ojo humano. Estos diodos como ya se dijo se utilizan como válvulas en circuitos electrónicos y también a partir de los 70s del siglo pasado, se utilizan en controles a distancia de televisores y otros aparatos domésticos.

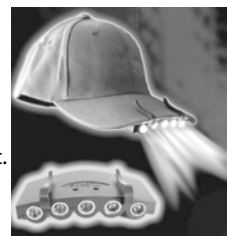
EL LED

Usando materiales semiconductores especiales se obtienen diodos que emiten radiación visible, los llamados diodos emisores de luz (LED), por ejemplo, seleniuro de zinc (ZnSe) produce el color azul, el fosforo de galio (GaP) produce el color verde. La luz blanca se logra combinando los diodos que producen luz azul, diodos de luz roja y diodos de luz verde o bien mezclando la luz azul emitida por el seleniuro de zinc con las luces roja y verde producidas por fotoluminiscencia y recientemente se ha logrado tener luz blanca utilizando diodos ultravioletas para iluminar materiales fluorescentes.

En la actualidad se comercializan leds de luz blanca, y de colores, de alta eficiencia que compiten ventajosamente con los focos incandescentes y fluorescentes tradicionales. Sus ventajas son: alta eficiencia, mayor durabilidad, bajo consumo de energía, menor fragilidad, entre otras.

Otros usos:

- Luces de automóviles
- Luces de semáforos
- Luces de emergencia
- Alumbrado de pantallas de cristal líquido de teléfonos celulares, de relojes de mano, etc.
- Paneles informativos
- Alumbrado doméstico y público
- Series de luces navideñas
- Lámparas de mano



El propósito de este material es la divulgación de la ciencia y la tecnología: circúlalo, cópialo, intercámbialo, coleccionalo.

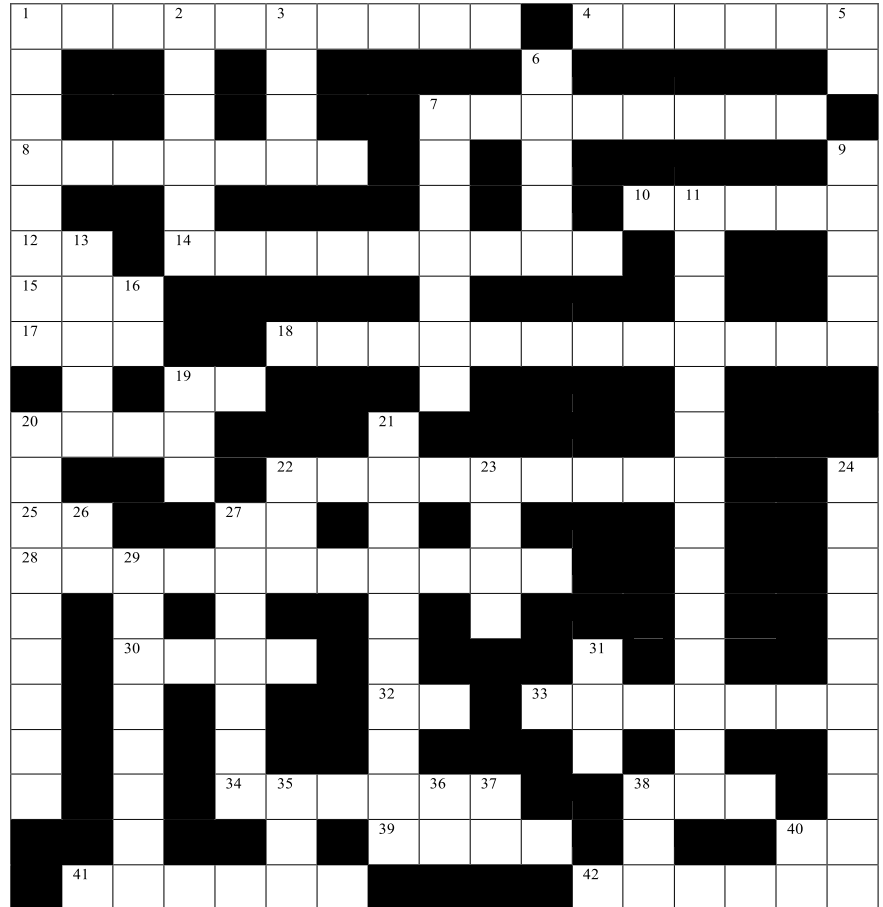
CIENTIGRAMA

Demuestra y afianza tu cultura científica y tecnológica aceptando el reto de resolver el siguiente crucigrama. Solución abajo en esta página.

EMILIANO SALINAS COVARRUBIAS
Departamento de Física
esalinas@fisica.uson.mx

HORIZONTALES

- 1) Descomposición de la luz en sus frecuencias componentes al atravesar un objeto (un prisma).
- 4) Partícula, componente del núcleo de los átomos, compuesta de quarks y gluones.
- 7) Electrón con carga positiva.
- 8) Fuerza que al aplicarse a un sólido le aumenta sus dimensiones.
- 10) Generador que convierte directamente la energía química de un combustible (hidrógeno) en electricidad.
- 12) Símbolo químico del Rubidio.
- 14) Sucesión de tonos que son múltiplos enteros de una frecuencia fundamental.
- 15) Átomo eléctricamente cargado.
- 17) Capta ondas sonoras.
- 18) Cambio de estado de vapor a líquido.
- 19) Símbolo químico de molibdeno
- 20) En un triángulo rectángulo, la relación entre el cateto opuesto a un ángulo interno y la hipotenusa.
- 22) Aparato para medir la presión atmosférica.
- 25) Símbolo químico del plutonio.
- 27) Símbolo químico del calcio.
- 28) Cambio de estado en la superficie de un líquido al convertirse en vapor.
- 30) En un imán, donde se haya la máxima atracción o repulsión.
- 32) Símbolo químico del neodimio.
- 33) Unidad relacionada con el sonido, denominada en honor de Graham Bell.
- 34) Enrollamiento de alambre que almacena energía en forma de campo magnético.
- 38) Una fase de la materia compuesta de moléculas que llenan todo el espacio del que disponen.
- 39) Mezcla de gases, principalmente nitrógeno, oxígeno y vapor de agua.
- 40) Relación entre la circunferencia y el diámetro de un círculo.
- 41) Inventor de muchos dispositivos útiles, entre ellos el foco eléctrico.
- 42) Cuerpo celeste compuesto de hielo y rocas que gira alrededor del sol.

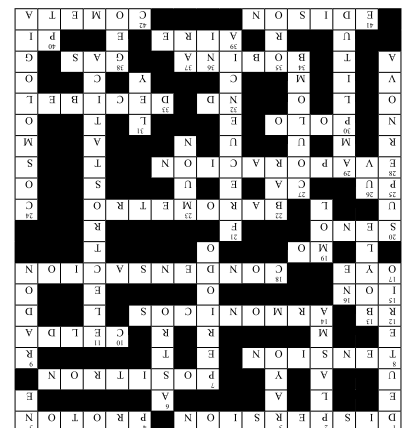


- (átomos, moléculas, etc.) como átomos de carbón hay en 0.012 kg de carbono-12.
- 20) Explosión catastrófica de una estrella, produciendo una extremada brillantez.
- 21) Número de eventos que suceden en la unidad de tiempo.
- 22) Antigua unidad de presión igual a 100 000 pascales (SI), casi igual a una atmósfera.
- 23) Partícula subatómica con carga eléctrica igual a la del electrón pero con 200 veces la masa de éste.
- 24) Rama de la astrofísica que estudia el origen y la evolución del universo.
- 26) Abreviatura de ultravioleta.
- 27) Estableció la ley del inverso del cuadrado para la fuerza electrostática entre cargas.
- 29) Máximo desplazamiento a partir de la posición de equilibrio.
- 31) En la ciencia, establece el comportamiento regular de los fenómenos naturales.
- 35) Su símbolo químico es Au.
- 36) Símbolo químico del níquel.
- 37) Símbolo químico de la plata.
- 38) Relativo a la tierra en griego.
- 40) Símbolo químico del platino.

VERTICALES

- 1) Isótopo de hidrógeno que tiene en su núcleo además de un protón un neutrón.
- 2) Un gas muy caliente que consiste de partículas cargadas.
- 3) En una tormenta, descarga electrostática natural.
- 5) Símbolo químico del neón.
- 6) Un cuerpo celeste con forma definida.
- 7) Intervalo de tiempo constante en que suceden dos eventos consecutivos.
- 9) Gas radiactivo producido en el decaimiento del uranio.
- 11) Estudia la interacción de cargas eléctricas en reposo relativo.
- 13) Estableció la ley que relaciona la presión y el volumen de un gas ideal a temperatura constante.
- 16) Símbolo químico del neón.
- 19) Cantidad de sustancia que contiene tantas partículas

SOLUCIÓN CIENTIGRAMA





"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Investigación y Posgrado
en Alimentos



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

CONVOCATORIA 2009

PARA INGRESAR AL PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LOS
ALIMENTOS, CON ÉNFASIS EN LAS ÁREAS DE:

- **Ciencia y Tecnología de Granos**
- **Ciencia y Tecnología de Productos Marinos**

OBJETIVO

Formación de personal de alto nivel académico que sea capaz de generar conocimiento, a través del planteamiento, diseño y desarrollo de proyectos de investigación relevantes al desarrollo de la ciencia de los alimentos y a la resolución de la problemática de la producción y procesamiento de alimentos, y agrícola

REQUISITOS

- Tener (por única ocasión) el Grado de Maestro en Ciencias en una de las áreas de QUÍMICO-BIOLÓGICAS, AGRONOMÍA, NUTRICIÓN e INGENIERÍAS afines al Programa.
- Presentar un examen de admisión que incluye conocimientos generales en las siguientes áreas: Microbiología, bioquímica, estadística, fisicoquímica, tecnología de alimentos e inglés.
- Capacidad para traducción y comprensión del idioma inglés. Contar con documentación que acredite estudios de inglés o presentación del TOEFL.
- Presentar un ensayo que contenga el tema tentativo de investigación avalado por su posible director de tesis. El documento será en formato libre y no deberá extenderse de 10 cuartillas.
- Presentar solicitud de inscripción.
- Entregar Curriculum vitae y 2 fotografías tamaño infantil, anexando original del acta de nacimiento.
- Así mismo, deberá entregar copia de la siguiente documentación:
 - Título de Grado de Maestro en Ciencias.
 - Certificado de calificaciones de estudios de maestría.
 - Carta oficial que indique el promedio general de maestría.
 - Cartas de recomendación académica de 2 profesores investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI Nivel 1).
 - Credencial de elector.
 - Clave Única de Registro de Población (CURP).

INFORMES

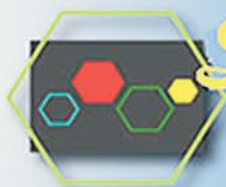
<http://www.dipa.uson.mx/wb2/>

Coordinación del Programa de Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos
posgradodipa@guayacan.uson.mx

Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos
Universidad de Sonora

Rosales y Blvd. Luis Encinas s/n, Apartado Postal 1658
Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83000

Tel/Fax (662) 259 2207, (662) 259 2208 y (662) 259 2209



Sixth International Topical Meeting on NANOSTRUCTURED MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY **NANOTECH**



"El saber de mis hijos
hara mi grandeza"

**THE UNIVERSITY OF SONORA THROUGH THE EXACT AND NATURAL
SCIENCES DIVISION AND THE PHYSICS RESEARCH DEPARTMENT**

CONVENES:

STUDENTS AND RESEARCHES TO PARTICIPATE IN THIS EVENT

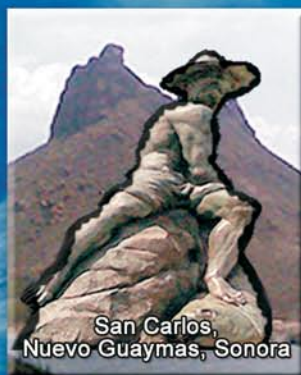
17th – 19th September, 2009

**San Carlos, Nuevo Guaymas
Sonora, México**

Hotel San Carlos Plaza



Departamento de
Investigación en Física



San Carlos,
Nuevo Guaymas, Sonora



Universidad de
Sonora

INVITED SPEAKERS:

Roy L. Johnston – University of Birmingham, UK
Alessandro Fortunelli – IPFC, CNR, ITALY
Fernando Ponce – Arizona State University, USA
John Mitchell – SkySong, Arizona State University, USA
Miguel José Yacamán – University of Texas, USA
Humberto Terrones Maldonado – IPICyT, MÉXICO
Andreas Köster – CINVESTAV, MÉXICO
Ignacio L. Garzón – Instituto de Física, UNAM, MÉXICO
Sergio Fuentes Mollado – CNyN, UNAM, MÉXICO
Jesús González Hernández – CIMAV, MÉXICO

COURSES:

Patrizia Calaminici – CINVESTAV, MÉXICO
Miguel Ávalos Borja – CNyN, MÉXICO

MORE INFORMATION:

<http://www.cio.mx/NANOTECH2009/1.html>

ORGANIZING COMMITTEE

Rafael García Gutiérrez (DIFUS)
Alvaro Posada Amarillas (DIFUS)
Marcelino Barboza Flores (DIFUS)