



# Cultura Científica y Tecnológica

Septiembre–Octubre, 2007. Año 4, Nº 22

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

***CULCyT***



**Universidad Autónoma  
de  
Ciudad Juárez**

**Directorio**

Lic. Jorge M. Quintana Silveyra  
**Rector**

MC David Ramírez Perea  
**Secretario General**

MC Antonio Guerra Jaime  
**Director  
Instituto de Ingeniería  
y  
Tecnología**

MC Servando Pineda Jaimes  
**Coordinación General  
de Publicaciones**

MI Gerardo Sandoval Montes  
**Desarrollo de la Investigación  
y el Posgrado en el IIT**

Ing. Rodrigo Ríos Rodríguez  
**Apoyo al Desarrollo Académico  
en el IIT**

**Taller Editorial CULCyT**  
Instituto de Ingeniería y  
Tecnología  
Av. Del Charro 610 Nte.  
Edificio "E", 2º Piso

**Portada**  
Debajo del agua, lffm.

**CULCyT**

**Fundador y Director Editorial**

Dr. Victoriano Garza Almanza

**Subdirector Editorial**

MC Luis Felipe Fernández Martínez

**Comité Editorial**

Dr. Mohammad Badii	UANL
Dra. Lucy Mar Camacho	ITESM
Dr. Pedro Cesar Cantú	UANL
Dra. Perla Elvia García	UACJ
Dr. Victoriano Garza	UACJ
Dr. Cuauhtémoc Lemus	CIMAT
Dr. José Mireles Jr.	UACJ
Dr. Jorge E. Rodas	ITESM
Dr. Jorge Salas-Plata	UACJ
Dr. Barry Thatcher	NMSU
Dr. Hugo Vilchis	NMSU

**Columnas**

MC Luis Felipe Fernández  
Dr. Victoriano Garza  
Dr. Gerardo Padilla  
Dr. Jorge E. Rodas O.

**Webmaster**

Ing. Leonardo Arroyo Ortega

*Cultura Científica y Tecnológica* (CULCyT) es una revista académica multidisciplinaria, publicada bimestralmente por el Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, que tiene como misión contribuir a la formación integral de los jóvenes universitarios y fomentar el interés público por la ciencia y la tecnología. La revista **Cultura Científica y Tecnológica** es editada por el Taller Editorial CULCyT del IIT. Registro en trámite. **Oficina:** Av. del Charro 610 Nte. Edificio "E" 213-E. C.P. 32310. Cd. Juárez, Chihuahua. MÉXICO.

Tel/Fax (52-656) 688-48-00 al 09. Ext. 4681, 6473.

Correo electrónico: vgarza@uacj.mx; lfernand@uacj.mx

Los autores son responsables de sus textos.

Indexada en el **Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: LATINDEX.** <http://www.latindex.unam.mx/>

CULCyT en línea: <http://www.uacj.mx/IIT/CULCYT/default.htm>



# CULCyT

## CONTENIDO

Septiembre – Octubre 2007

Año 4, N° 22

### **CARTA DEL EDITOR**

¿La ciencia es negocio?

5

### **ECOLOGÍA**

Consumo y desperdicio de agua en los sistemas evaporativos residenciales

6

### **MATEMÁTICA EDUCATIVA**

Problemática de aprendizaje en el uso del concepto de aceleración en contexto

13

### **SOFTWARE**

Desarrollo de una Interfaz de Usuario para una Máquina de Hemodiálisis

22

### **CIENCIAS DE LA TIERRA**

Estrategia de PEMEX para la extracción de hidrocarburos

32

### **CIENCIA DESDE MÉXICO**

Crea investigador mexicano vehículo para discapacitados

40

Impulsan legisladores la feria de la ciencia y la tecnología en San Lázaro

41

La ciencia no sirve para ganarse la vida, prejuicio de los mexicanos

42

La ciencia mexicana no vale para el gobierno “ni medio centavo”

43

Premian a mexicano por sus propuestas bioéticas

45

Diseñan en la UdeG vacuna madre para prevenir el Lupus

45

### **CAMBIO CLIMÁTICO**

Nuevas claves para descifrar la misteriosa muerte de abejas

48

Ante el cambio climático lo que falta es tiempo, advierte Ban Ki Moon

51

Brasil vigila la Amazonía con satélites chinos

52

Aumenta 40% el índice de niños chinos con defectos congénitos

53



# Carta del Editor

## ¿La ciencia es negocio?

En esta edición hemos incluido un par de textos referentes a la ciencia en México, que de inicio no son muy halagüeños. Están en la sección La Ciencia desde México, nos referimos a: *La ciencia no sirve para ganarse la vida, prejuicio de los mexicanos* y *La ciencia mexicana no vale para el gobierno “ni medio centavo”*.

En una conversación con el Dr. Víctor Castaño, de la UNAM (Presidente del Consejo de Dirección Campus Juriquilla y Director del CFATA, Querétaro, Qro.) reflexionábamos sobre estos temas; sobre todo en la parte de que si de la ciencia o la tecnología se puede hacer negocio. Es obvio que si, ejemplos existen muchos, pero extremadamente pocos de estos se pueden ubicar en el país. Durante la plática comentamos una experiencia que resultó ser similar, cuando se le pregunta a alumnos de ingeniería o de ciencias si piensan en poner un “negocio”, la respuesta es afirmativa en un porcentaje no despreciable del total de alumnos. Las respuestas (esta sí mayoritaria) que obtenemos el Dr. Castaño y quien escribe, cada quien por su lado, a la pregunta “de qué quieren poner el negocio” es: cafeterías, restaurantes, bares, etc.

Esta respuesta manifestada por estudiantes de ingeniería, tecnología o ciencias y uno que otro maestro nos orienta un poco sobre la problemática que plantea uno de los textos mencionados. Nuestros jóvenes no apuestan o no ven en estas áreas una oportunidad de negocio; más aún, no ven una perspectiva clara de crecimiento económico personal. En algunas ocasiones se ha puesto sobre la mesa la creencia de que nuestras universidades públicas no generan empresarios y que ese es un problema en cuanto al desarrollo económico del país. El problema no es si generamos o no empresarios, el problema es que nuestros estudiantes, inclusive podríamos pensar que profesionistas que se desempeñan en empresas de todo tipo, están pensando en emprender negocios no ligados a empresas basadas en conocimiento y tecnología. Como dice un amigo, estoy pensando poner una fonda, una farmacia y una funeraria; todo mundo come, todo mundo se enferma y todo mundo se muere... no hay pierde. El inconveniente de los negocios alejados de la tecnología y el conocimiento es que no son en la actualidad generadores de riquezas, y esto conlleva que no generen empleos de calidad, es decir bien remunerados y eso ya nos marca a ser un país de que vivirá en la medianía.

El otro artículo, por desgracia es más de lo mismo, sexenio tras sexenio; es decir, el eterno reclamo por mejorar la inversión en ciencia y tecnología; ver que hay luces alentadoras que se extinguen conforme avanza el sexenio en curso, para volver a reclamar y volver a ver luces y así... no sé hasta cuándo.

*luis felipe fernández m.*

## CONSUMO Y DESPERDICIO DE AGUA DE LOS SISTEMAS EVAPORATIVOS RESIDENCIALES

**M. en I. René Ramón Martínez Arroyo**

Adscripción:

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura

Instituto de Ingeniería y Tecnología

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUÁREZ (UACJ)

[remartin@uacj.mx](mailto:remartin@uacj.mx)

**Dr. Jorge A. Salas Plata Mendoza, Dr. Héctor Quevedo Urías**

Adscripción:

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Instituto de Ingeniería y Tecnología

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUÁREZ (UACJ)

### RESUMEN

Los objetivos de este estudio consisten en medir el consumo de agua de los evaporativos residenciales convencionales, probar su capacidad de enfriamiento, y analizar los cambios operativos con el filtro de CELdek con y sin la adaptación del bleed-off (sangrado). Se llevaron a cabo pruebas experimentales durante dos veranos y se convirtió un evaporativo convencional en un Master Cool con las siguientes modificaciones: Se eliminaron las cuatro paredes de aspen (paja); a tres tapas se les eliminaron las rejillas de suministro de aire y la restante se sustituyó por un módulo rectangular, fabricado con fibra de vidrio, madera y malla de alambre, para colocar en su interior el CELdek. Además, se reemplazó el aspen por CELdek de 8" de espesor. Los resultados experimentales muestran que en el primer año el CELdek se impregnó de impurezas, quedando casi petrificado. En el segundo año se instaló el sistema de bleed-off a otro CELdek y se comprobó mayor durabilidad del material. También se midió físicamente el desperdicio de agua por el sistema del bleed-off, siendo de 340 a 545 litros de agua por día, tal y como está especificado en el manual de IMPCO. Se concluye que, en la actualidad, ningún material para los evaporativos es mejor que el CELdek, por lo que se requiere la utilización de éste en los evaporativos, pero cancelando el sistema de bleed-off, para evitar el desperdicio de 102 a 163.5 millones de litros de agua mensuales, generados por cada 10 mil equipos. Se recomienda reemplazar o convertir los evaporativos convencionales por evaporativos Master Cool, porque el consumo de agua de los evaporativos convencionales es muy elevado y su eficiencia no es tan buena. En la actualidad no se ha encontrado un filtro eficiente para eliminar el desperdicio de agua generado por el sistema de bleed-off y reducir el consumo de agua de los evaporativos Master Cool, por lo que se sugiere ampliar las investigaciones al respecto.

## ABSTRACT

The objectives of this study consist of measuring the water consumption of a residential cooler, testing its cooling off capacity, and analyzing the operating changes of the CELdek filter with or without the bleed-off system. Experimental tests during two summers were carried out and a conventional cooler was converted to a Master Cool with the following modifications: The four walls covered with straw bale were eliminated; to three of them the air supply grids were eliminated and the remainder was substituted for a rectangular module manufactured with fiberglass, wood and a wire net, to place in its interior the CELdek. Besides, it was replaced the straw bale for CELdek of 8" in thickness. The experimental results show that in the first year the CELdek was impregnated of impurities, remaining almost petrified. In the second year a bleed off system was installed to another CELdek, getting a greater durability of the material. Also, the waste of water by the bleed off system was physically measured, being from 340 to 545 liters per day, just as is specified in the IMPCO manual. It is concluded that, currently, there is no material for coolers better than the CELdek, then, its utilization is necessary, but canceling the bleed-off system to avoid the waste of 102 to 163.5 million liters of water per month, produced by 10 thousand coolers. It is recommended to replace or to convert the conventional cooler to Master Cool, because the water consumption of the conventional cooler is very high and its efficiency is not so good. Currently, it has not been found an efficient filter to eliminate the waste of water caused by the bleed off system and to reduce the water consumption of the Master Cool, therefore it is suggested to develop the investigations in this topic.

## INTRODUCCIÓN

El 1906, el Ing. Stuart W. Cramer, en una conferencia dada en la convención de operadores de máquinas trilladoras de algodón, utilizó el término de "aire acondicionado", pero los primeros enfriadores evaporativos aparecieron a principios de los 30's, cuando las personas colgaban en las ventanas de sus casas paños mojados y con ventiladores eléctricos empujaban al aire al interior.

En 1933, miles de enfriadores de este tipo eran utilizados en Arizona; posteriormente, los paños húmedos fueron cambiados por paja (aspen) y, en forma experimental, alguien colocó un ventilador en una caja cubierta por el frente, clavando en la parte posterior de la caja dos pulgadas de aspen húmedo sujetas en forma de sándwich por una malla de gallinero; el aspen era mojado por agua que corría a través de tubos de cobre perforados. Dos años después se popularizaron los "desert

coolers" y la gente le solicitaba a la compañía Southwest Sheet Metal Co., de los hermanos Goettl, que fueran fabricados en metal (IMPCO, 1999). Fue evidente el interés que la gente manifestó para adquirir un equipo que les permitiera disminuir las elevadas temperaturas en la época de verano. A la fecha más de un millón y medio de hogares mexicanos cuentan con sistemas de enfriadores evaporativos.

Por otro lado, se ha requerido de la innovación de nuevos sistemas, debido a que los evaporativos no son lo suficientemente efectivos cuando la temperatura rebasa los 32 °C (90 °F) o se aproxima a los 38 °C (100 °F), este es el caso de equipos evaporativos para uso residencial conocidos en el mercado como "Master Cool", que salieron a mediados de esta década y cuya principal característica es que puede disminuir más la temperatura que los evaporativos convencionales.

Desafortunadamente, la adquisición de estos nuevos aparatos, por razones de índole económica, no es accesible para

todos los grupos de la sociedad. La gente de alto nivel económico, y cierto grupo de la clase media alta, no tienen problemas para lograr las condiciones de confort en sus residencias, ya que ellos instalan paquetes de unidades de refrigeración. Después de estos dos grupos anteriores siguen la clase media y baja, las cuales en su mayoría adquieren evaporativos convencionales.

Los principios fundamentales de operación de un aire evaporativo son

relativamente simples; se trata de un intercambiador de calor, utilizando un proceso de evaporización que inyecta aire del exterior a través de una pared húmeda; al ponerse en contacto el aire seco y caliente con el medio húmedo, el aire cede parte del calor, desprendiendo la pared húmeda partículas de agua en forma de vapor y enfriando el aire de manera artificial, como se puede observar en la figura 1.

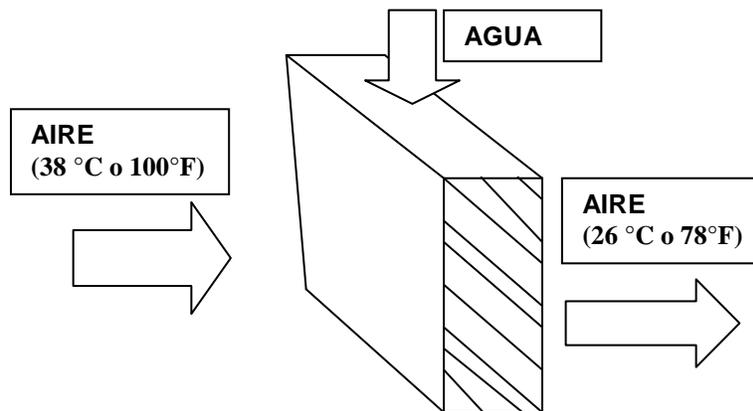


Figura 1. Principio del enfriamiento del aire

En otras palabras, la evaporización del agua enfría el aire convirtiendo el calor sensible o el calor que percibimos, a calor latente o calor que no percibimos y que se encuentra suspendido en el ambiente en forma de vapor de agua.

El calor latente se conoce como la temperatura de bulbo húmedo y su efecto se puede medir utilizando un termómetro normal, al cual se le pone una gasa en el extremo del bulbo el cual se humedece. La gasa limpia absorbe agua y la evaporización de ésta reduce la temperatura que es registrada por el termómetro como temperatura de bulbo húmedo. El calor sensible también se conoce como temperatura de bulbo seco y se mide con un termómetro normal.

Un reporte del uso de los sistemas de enfriamiento por evaporización de la American Water Works Association (AWWA, por sus siglas en inglés), menciona que durante los meses de verano el porcentaje de agua consumido por las casas-habitación es de aproximadamente el 15%. Se considera que el sistema de enfriamiento por evaporización es uno de los métodos más viejos, y también uno de los métodos más eficientes en ahorro de energía para el enfriamiento de una casa.

#### **Diseño y operación de un evaporativo convencional**

Doug Mahone (2003), señala que los equipos de enfriamiento por evaporización son mecánicamente simples y la operación de todo el sistema es fácilmente verificable.

Un equipo de aire evaporativo está compuesto de un gabinete de lámina galvanizada u otro material como plástico o fibra de vidrio; su forma puede ser rectangular, cuadrada o cilíndrica. En el caso de los dos primeros, en su interior tienen montada una turbina grande, que debe estar balanceada para generar aire al máximo con una operación silenciosa, impulsada por una banda tipo “V” desde un motor eléctrico situado arriba de la carcasa,

la cual envuelve a la turbina. Cuando la descarga es hacia abajo, en cada lado tiene una tapa provista con rejillas para la entrada del aire exterior y en ellas se montan los filtros o paredes de aspen u otro material que es humedecido mediante un sistema de distribución de agua, instalado en la parte superior del gabinete y alimentado por una bomba de agua colocada en la parte interior de la base del mismo, como se observa en la figura 2.



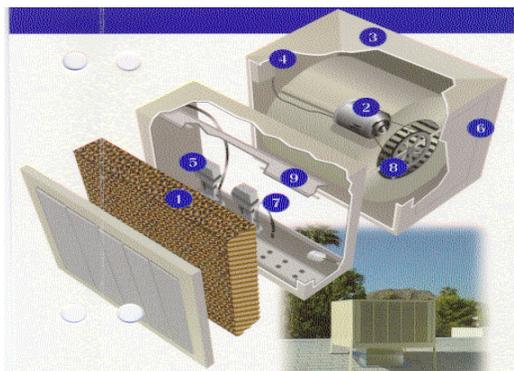
- |                     |
|---------------------|
| 1. Filtro de aspen  |
| 2. Rejillas         |
| 3. Sist. dist. Agua |
| 4. Gabinete         |
| 5. Turbina          |
| 6. Deposito de agua |
| 7. Parte superior   |
| 8. Estructura       |

Figura 2. Equipo de aire evaporativo convencional  
Fuente: IMPCO de México

### Diseño y operación de un Master Cool

El equipo del sistema de aire Master Cool está compuesto de un gabinete metálico impermeabilizado. En su interior tiene instalada una turbina y, entre algunos otros, están los siguientes elementos: la pared o filtro de papel preformado (CELdex), material que es humedecido mediante un sistema de distribución de agua

e instalado en la parte superior del interior de este módulo. El filtro es alimentado por una bomba de agua colocada también en la parte inferior del interior de la base del mismo módulo. Además, se cuenta con una tapa provista con rejillas para la entrada del aire exterior. Estas piezas se pueden observar en la figura 3.



- |                     |
|---------------------|
| 1. Filtro de CELdek |
| 2. Motor            |
| 3. Gabinete         |
| 4. Conector         |
| 5. Bomba de agua    |
| 6. Tapadera         |
| 7. Bomba de agua    |
| 8. Turbina          |
| 9. Irrigador        |

Figura 3. Equipo de aire evaporativo Master Cool

El acondicionamiento del aire se debe, por una parte, a la combinación simultánea de la temperatura, velocidad y humedad relativa y, por otra parte, a la distribución dentro de los espacios cerrados en los que se quiere mantener una temperatura de confort. Para efectos del presente estudio, únicamente se analiza la primera condición.

## ANÁLISIS DE ATRIBUTOS

### Factores que influyen en la comodidad

En experimentos desarrollados por la American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineering (ASHAE, por sus siglas en inglés), se encontró que siempre habrá personas que se sientan incómodas, pero las normas de comodidad se establecieron para la mayoría y dentro de estas se ubican las “MÁXIMAS CONDICIONES TOLERABLES”, que es un concepto muy importante en sistemas de enfriamiento, sobre todo en áreas muy calurosas y con grandes cargas de alumbrado, donde la temperatura no debe exceder de 29 °C (85 °F), de acuerdo con los diseñadores de aire acondicionado.

En regiones como el norte de México, las “CONDICIONES RECOMENDABLES PARA EL VERANO” varían desde 22 °C (71 °F) a 29 °C (85 °F) con humedad relativa en el rango de 40% a 60 % como máximo. Para lograr estos parámetros, se requieren las siguientes condiciones:

### Consumo de agua de evaporativos

Para los evaporativos que utilizan filtro de CELdek como sistema de enfriamiento, que en lo sucesivo se

denominan en este escrito como MASTER COOL, adicional al consumo de agua que utilizan para el proceso, se requiere tener un sistema llamado sangrado (bleed-off). Este consiste en estar tirando cierta cantidad de agua de la recirculación (la cantidad depende del modelo), por cada bomba de agua que tenga el equipo, con el propósito de reducir la acumulación de sarro o incrustaciones minerales principalmente en el filtro CELdek, que puedan reducir su vida útil.

Los evaporativos, que en lo sucesivo se señalan como evaporativos convencionales, utilizan filtro de aspen (paja) para su proceso de enfriamiento y no requieren tener el sistema de bleed-off por lo que el consumo de agua es el que se utiliza en el proceso.

### Eficiencia de equipos de enfriamiento

Los evaporativos convencionales dejan de ser funcionales cuando la temperatura exterior rebasa los 32 °C (90° F). Alguna gente instala en su casa un equipo de mayor capacidad, logrando con esto una sensación de un aire más frío debido a su velocidad, aunque en realidad no está enfriando la temperatura interior y esto ocasiona que si alguien está en área del interior donde no tiene contacto directo con el aire, va a sentir calor.

Los evaporativos MASTER COOL pueden disminuir un poco más la temperatura en comparación con los convencionales, pero cuando la temperatura exterior está por arriba de 38 °C (100° F), no se pueden alcanzar los parámetros recomendados.

### OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio consisten en medir el consumo de agua de

los evaporativos residenciales convencionales, probar su capacidad de enfriamiento, y analizar los cambios operativos con el filtro de CELdek con y sin la adaptación del bleed-off (sangrado).

## **METODOLOGIA**

Se llevaron a cabo pruebas experimentales durante dos veranos y se convirtió un evaporativo convencional en un Master Cool con las siguientes modificaciones: Se eliminaron las cuatro paredes de aspen (paja); a tres tapas se les eliminaron las rejillas de suministro de aire y la restante se sustituyó por un módulo rectangular, fabricado con fibra de vidrio, madera y malla de alambre, para colocar en su interior el CELdek. Además, se reemplazó el aspen por CELdek de 8" de espesor.

La primera prueba experimental fue para conocer el consumo de agua de un evaporativo convencional con las pajas en los cuatro lados. Para efectos de este estudio, se desarrollaron pruebas experimentales con un aparato instalado en una casa-habitación, el cual es un equipo de 135 m<sup>3</sup>/min o 4800 pies cúbicos por minuto (CFM). El consumo de agua se obtuvo midiendo cada hora el gasto de un

evaporativo convencional durante varios días con diferentes temperaturas, considerando una evaporación promedio de 22.71 litros por hora, que multiplicados por 24 horas, nos dan una evaporación de 545 litros diarios.

## **RESULTADOS**

### **Consumo de agua de los evaporativos**

La tabla 1 muestra una relación de los millones de litros de agua por mes que se consumen en estos sistemas de enfriamiento.

De forma similar, pero con el sistema Master Cool, se obtuvo en forma física el desperdicio de agua generado por estos sistemas, que en promedio significó una cantidad de 340 litros/día, cantidad que coincide con el estudio realizado por la industria IMPCO y que se muestra en la tabla 2. En la tabla 3 se presenta una relación del desperdicio de agua de los evaporativos Master Cool con datos obtenidos en el estudio de la Universidad de Arizona (Karpiscak, 1994), donde se menciona que un Master Cool sin sistema de bleed-off consume 400 litros de agua por día y con el bleed-off consume 945 litros de agua por día.

Tabla 1. Relación del consumo de agua en evaporativos

<b>CONSUMO DE AGUA EN EVAPORATIVOS CONVENCIONALES Y MASTER COOL</b>			
<b>APARATO DE 4800CFM</b>	<b>CONSUMO</b>		
	<b>POR DIA</b>	<b>POR MES</b>	<b>EN CADA 10,000 APARATOS</b>
<b>EVAPORATIVO CONVENCIONAL</b>	<b>545 lt</b>	16, 350 lt	<b>163' 500,000 lt/mes</b>
<b>*MASTER COOL</b>	<b>400 lt</b>	12, 000 lt	<b>120' 000,000 lt/mes</b>

\*Estudio de la Universidad de de Arizona (Karpiscak et. Al 1988)

Tabla 2. Desperdicio de agua por el sistema de sangrado  
Fuente: Manual 1999 de IMPCO de México

<b>PCM Ø Estándar Industrial</b>	<b>Segundos para Llenar un recipiente de 355 ml.</b>
3,500	120
4,800	90
6,800	60
11,000	60*
21,000	45*

\*Segundos por cada una de las dos bombas.

Tabla 3. Relación del desperdicio de agua por el bleed-off de los Master Cool

<b>DESPERDICIO AGUA EN EVAPORATIVOS MASTER COOL CON SISTEMA DE BLEED OFF</b>			
<b>MASTER COOL CON BLEED-OFF 4800CFM</b>	<b>DESPERDICIO</b>		
	<b>POR DIA</b>	<b>POR MES</b>	<b>EN CADA 10,000 APARATOS</b>
<b>RECOMENDACION DE IMPCO</b>	<b>340 lt</b>	16, 350 lt	<b>163' 500,000 lt/mes</b>
<b>*ESTUDIO DE LA UNIVERSIDAD DE ARIZONA</b>	<b>545 lt</b>	16, 350 lt	<b>163' 500,000 lt/mes</b>

\* Estudio de la Universidad de Arizona (Karpiscak et. al, 1994)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la actualidad, ningún material para los evaporativos es mejor que el CELdek, por lo que se requiere la utilización de este tipo de evaporativo, pero cancelando el sistema de bleed-off, para evitar el desperdicio de 102 a 163.5 millones de litros de agua mensuales, generados por cada 10 mil equipos. Se recomienda reemplazar o convertir los evaporativos convencionales por evaporativos Master Cool porque el consumo de agua de los evaporativos convencionales es muy elevado y porque su eficiencia no es tan buena. En la actualidad, no se ha encontrado un filtro eficiente para eliminar el desperdicio de agua generado por el sistema de bleed-off y reducir el consumo de los evaporativos Master Cool, por lo que se recomienda ampliar las investigaciones al respecto.

## REFERENCIAS

- American Water Works Association, **Report on evaporative cooler use**, (Journal AWWA, VOL. 90, No. 4, 1998).
- Gea M. y Lesino G., **Simulación de Paneles para enfriamiento evaporativo**, (INENCO, Universidad Nacional de Salta Argentina, 2004).
- Gea M., S.B., P.C., I.A. y L.G., **Comparación de distintos de intercambiadores de enfriamiento evaporativo**, (Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 8, 2004).

- Karpiscak, M. y Marion M.H., **Evaporative Cooler Water Use**, (University of Arizona, 1994).
- Mahone Doug, **Advanced Evaporative cooling**, (California Building Energy Efficiency Standards, 2001).

## BIBLIOGRAFIA

- ASHRAE, **Fundamentals Volumen (ASHRAE HANDBOOK)** (U.S.A.: Editorial ASHRAE, 1994).
- ASHRAE, **Systems Volumen (ASHRAE HANDBOOK)** (U.S.A.: Editorial ASHRAE, 1995).
- Goetsch, Nelson, and Chalk., **Technical Drawing Fundamentals- CAD- Design**, (U.S.A.: Editorial Delmar Publishers, 1994).
- Hernández Goribar Eduardo, **Calefacción Aire Acondicionado y Refrigeración** (México: Editorial Limusa, 1993).
- Hernández Goribar Eduardo, **Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración** (México: Editorial Limusa, 1987).
- IMPCO, **Manual CALCULANDO aire evaporativo (international)** (México: Editorial Impco, 1999).
- Jennigs, B.H., **Aire Acondicionado y Refrigeración** (México: Editorial Continental, 1985).
- Tricomi Ernest, **ABC del aire acondicionado** (España: Editorial Marcomdo, 1992).

## Problemática de aprendizaje en el uso del concepto de aceleración en contexto

S. Flores-García<sup>1</sup>, M. D. González-Quezada<sup>2</sup>,  
M. E. Borunda-Escobedo<sup>3</sup> y  
J. E. Chávez-Pierce<sup>4</sup>

<sup>1</sup>[sergiflo@hotmail.com](mailto:sergiflo@hotmail.com)

<sup>3</sup>[mborunda@uacj.mx](mailto:mborunda@uacj.mx)

<sup>4</sup>[juchavez@uacj.mx](mailto:juchavez@uacj.mx)

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Avenida del charro 450 Nte.  
Col. Partido Romero  
C.P. 32310 Ciudad Juárez Chih.*

<sup>2</sup>[doloresgo73@hotmail.com](mailto:doloresgo73@hotmail.com)

*Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez  
Avenida Tecnológico 1340  
Fracc. Crucero C. P. 32500  
Ciudad Juárez Chih.*

### Resumen

Un entendimiento funcional de la segunda ley de Newton como una ecuación vectorial requiere que los estudiantes puedan razonar acerca de los vectores fuerza y aceleración. En este artículo se muestran datos para describir las dificultades conceptuales de los estudiantes con cantidades vectoriales como la aceleración. Estos datos sugieren que después de una instrucción tradicional en los primeros semestres de física, algunos estudiantes no reconocen la naturaleza vectorial de la aceleración. Otros estudiantes no tienen el conocimiento procedimental para determinar una aceleración, por lo tanto, no pueden razonar cualitativamente acerca de la segunda ley de Newton. Describimos algunas dificultades de procedimiento y razonamiento que hemos observado con el uso de cantidades vectoriales. Además, describimos dificultades durante la instrucción en mecánica, las cuales hemos observado durante nuestra investigación. Algunas modificaciones en la instrucción fueron implementadas con el objeto de mejorar el entendimiento de la naturaleza vectorial de la aceleración por parte del estudiante, y para promover el uso de vectores en la resolución de problemas de mecánica. Finalmente describimos algunas medidas de la efectividad de estas modificaciones.

## 1. Introducción.

Idealmente, los estudiantes deberían aprender que los principios fundamentales de la física son ideas generales poderosas con una amplia gama de aplicaciones. Frecuentemente, sin embargo, los estudiantes no encuentran las conexiones entre las ideas que les son presentadas. En lugar de percibir a la física como una materia basada en ideas fundamentales de amplio alcance, estos adquieren una impresión de que la materia es una colección de ecuaciones dentro de un contexto específico que deben ser memorizadas.

Nuestra expectativa es que una investigación acerca del entendimiento que los estudiantes tienen acerca de la naturaleza vectorial de cantidades cinemáticas y fuerzas promuevan el desarrollo de un curriculum mas efectivo que fortalezca la percepción de la física como un campo coherente de estudio, en lugar de una colección de hechos individuales. En esta investigación se presentan resultados del entendimiento de los estudiantes de la naturaleza vectorial de la aceleración y de la Segunda Ley de Newton como una ecuación vectorial. Las preguntas de investigación que esperamos

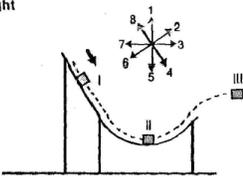
contestar son: 1) Pueden los estudiantes sumar y restar vectores en los contextos de velocidad y aceleración?; 2) Pueden los estudiantes aplicar estos procedimientos para encontrar la aceleración de un objeto en diferentes contextos?; 3) Reconocen los estudiantes que la Segunda Ley de Newton relaciona fuerzas y aceleración como cantidades vectoriales?.

## 2. Investigación previa relacionada.

Hestenes and Wells<sup>1</sup> diseñaron el examen denominado *Mechanics Baseline Test* con el fin de determinar el entendimiento de los estudiantes de conceptos básicos en mecánica. La figura 1 muestra una situación en la que se basaron tres preguntas en este examen. Se les preguntó a los estudiantes cual flecha representa mejor la aceleración del bloque en las posiciones I, II y III. Alrededor de dos tercios de 183 estudiantes en la Universidad de Harvard encontraron la dirección correcta de la aceleración en la posición I, aproximadamente 87 % encontró la posición correcta en la posición III, pero solamente 18% identificó correctamente la dirección de la aceleración en la posición II.

\* Refer to the graph on the right when answering the next three questions.

This diagram depicts a block sliding along a frictionless ramp. The eight numbered arrows in the diagram represent directions to be referred to when answering the questions.



4. The direction of the acceleration of the block, when in position I, is best represented by which of the arrows in the diagram?

(A) 1      (B) 2      (C) 4      (D) 5  
(E) None of the arrows, the acceleration is zero.

5. The direction of the acceleration of the block when in position II is best represented by which of the arrows in the diagram?

(A) 1      (B) 3      (C) 5      (D) 7  
(E) None of the arrows, the acceleration is zero.

6. The direction of the acceleration of the block (after leaving the ramp) at position III is best represented by which of the arrows in the diagram?

(A) 2      (B) 3      (C) 5      (D) 6  
(E) None of the arrows, the acceleration is zero.

Figura 1. Pregunta para explorar el entendimiento del concepto de aceleración.

O'Brien Pride<sup>2</sup> le preguntó a 70 estudiantes cuales serían los vectores velocidad y aceleración correctos en varios puntos sobre la trayectoria de un insecto. La pregunta formulada se muestra en la figura 2. Cerca del 30% de los estudiantes

proporcionaron la respuesta correcta en todos los puntos, mientras que otro 10% respondió correctamente para todos los puntos, excepto en el punto de aceleración a partir del reposo.

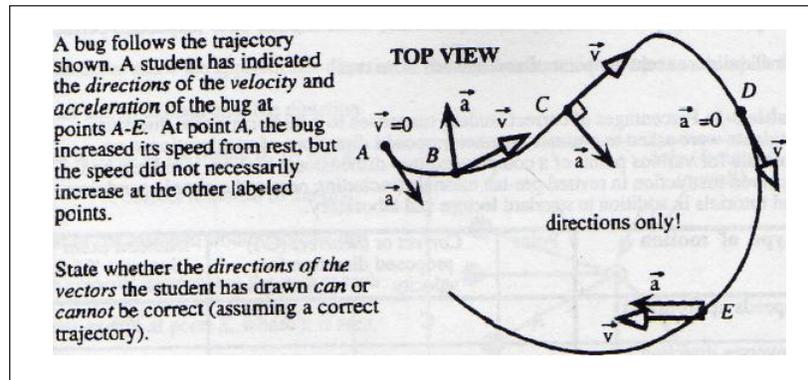


Figura 2. Pregunta para explorar el concepto de aceleración en dos dimensiones.

En los estudios previamente descritos, muchos estudiantes contestaron con reglas aplicadas a contextos específicos. Por ejemplo, cuando los estudiantes fueron cuestionados sobre la aceleración de un objeto moviéndose a lo largo de una trayectoria parabólica, la mayoría de ellos respondieron que la dirección de la aceleración es hacia el centro de la trayectoria. Algunos estudiantes asumieron que no hay aceleración porque la rapidez es constante. Parece ser que estos estudiantes no relacionan las ideas de cambio de velocidad con el límite de la aceleración promedio para construir el concepto de aceleración.

### 3. Técnicas de investigación.

Las principales fuentes de información que se utilizaron para investigar acerca de las ideas y el entendimiento que los estudiantes poseen relativos a temas de física fueron las respuestas obtenidas durante entrevistas individuales, así como las respuestas a

preguntas escritas. Ambas técnicas se describen a continuación.

#### 3.1 Preguntas escritas.

Las preguntas escritas constituyeron la principal fuente de información. Dado que nuestro interés es el entendimiento conceptual de la física, las preguntas elaboradas fueron principalmente de tipo cualitativo más que de tipo cuantitativo. Las respuestas de los estudiantes fueron analizadas y categorizadas en base a la respuesta y al razonamiento dado para cada respuesta.

Durante el análisis de estas preguntas escritas, buscamos patrones en las respuestas de los estudiantes, ya fueran correctas o incorrectas. Algunos de los aspectos de las respuestas comunes de los estudiantes que llevan a respuestas correctas podrían conformar la base de un currículum que reforzara estas líneas productivas de razonamiento. En oposición, los patrones en respuestas incorrectas podrían indicar que existe la

necesidad de un currículum que haga notar que existe este mal entendimiento común o errores en el procedimiento o en el razonamiento con el fin de corregirlo.

### 3.2 Entrevistas.

Las entrevistas fueron realizadas en la Universidad del Estado de Nuevo México (NMSU). Estas entrevistas fueron grabadas en cintas de audio o de video para su posterior análisis. Los estudiantes que fueron entrevistados pertenecían a cursos introductorios de mecánica cuya base matemática es cálculo. Todos los estudiantes fueron voluntarios. La duración de la entrevista fue de 30 minutos. Las entrevistas fueron diseñadas para conocer el razonamiento conceptual de los estudiantes.

### 4. Contexto de investigación.

Las principales fuentes de información fueron cinco cursos: Dos cursos introductorios de mecánica. Uno con álgebra como base matemática y el otro con cálculo; y dos cursos de laboratorio en la Universidad del Estado de Nuevo México (NMSU), y un curso de física general con cálculo como base matemática en la Universidad de Syracuse.

Los estudiantes en NMSU inscritos en los cursos basados en cálculo llevan carreras de ingeniería, mientras que los alumnos inscritos en los cursos basados en álgebra se encuentran en carreras como tecnología en ingeniería, biología, agricultura, educación y otros no declarados. El laboratorio es un curso de solo un crédito, pero es requerido para algunas de estas carreras. En el laboratorio, los estudiantes trabajan en pequeños grupos en materiales que intentan reforzar las conexiones entre los fenómenos

observados y el formalismo matemático con el fin de promover habilidades de razonamiento científico, así como un entendimiento conceptual. La mayoría de las sesiones de laboratorio fueron basadas en ejercicios conceptuales tomados de *Tutorials in Introductory Physics*<sup>3</sup>.

En la Universidad de Syracuse, los estudiantes se encuentran inscritos en carreras de ingeniería principalmente. Los cursos están basados en cálculo y consisten en 150 minutos de clase, 3 horas de laboratorio y una sesión de 50 minutos de resolución de problemas por semana. Para la sesión de resolución de problemas utilizan también los ejercicios de *Tutorials in Introductory Physics*<sup>3</sup>.

### 5. Entendimiento de vectores por parte de estudiantes en el contexto de aceleración.

Un entendimiento conceptual de la Segunda Ley de Newton requiere de la habilidad para razonar acerca de la diferencia de vectores, dado que la aceleración es definida en términos del límite de una diferencia vectorial. Para recolectar información acerca de esto, diseñamos algunas preguntas para conocer el entendimiento conceptual y la habilidad de razonamiento en la resta vectorial en este contexto.

#### 5.1 La pregunta de la Luna.

En esta pregunta, los estudiantes deben obtener la dirección del cambio de velocidad de la Luna cuando cambia de una posición inicial a una final, como se muestra en la figura 3. Las opciones incluyen la opción correcta (opción e), la suma vectorial de dos vectores dados (opción b) y cero (opción c). También se pide al estudiante una justificación a su respuesta.

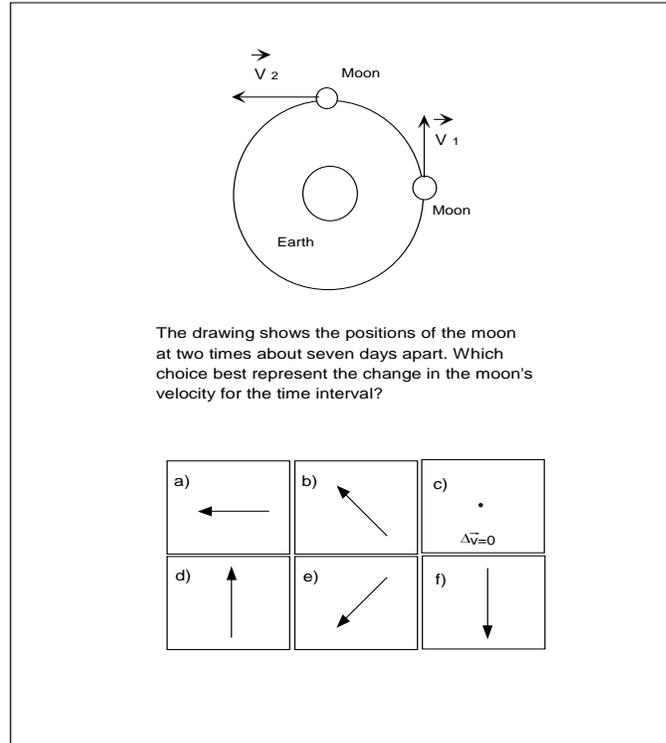


Figura 3. Pregunta para explorar el cambio de velocidad de un objeto.

Solo el 15% de los estudiantes de NMSU contestaron correctamente. Aproximadamente la mitad seleccionó la opción b como la respuesta correcta, los cuales efectuaron una suma vectorial y alrededor de la cuarta parte de los estudiantes respondió que el cambio de velocidad era cero, aludiendo a que la velocidad era constante.

En la Universidad de Syracuse, ante una instrucción modificada, alrededor de la mitad de 272 estudiantes escogieron la respuesta correcta. Casi 40% seleccionó la opción b, mostrando explícitamente que utilizaron adición vectorial y solo el 9% respondió que no había cambio de velocidad. Las figura 4 muestra un ejemplo de estas dificultades de procedimiento.

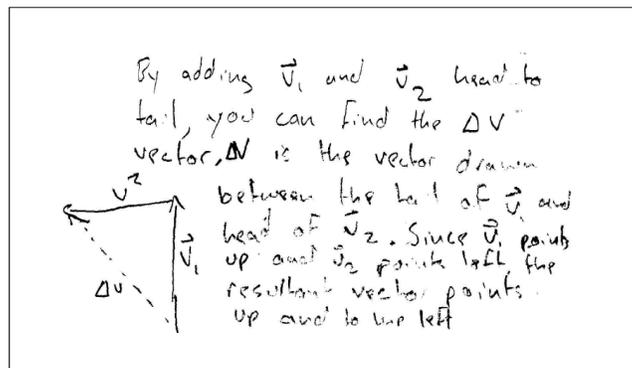


Figura 4. Ejemplo de un error con el cambio de velocidad entre dos posiciones.

## 5.2 Entrevista del movimiento de la Tierra.

Cuatro estudiantes de la Universidad del Estado de Nuevo México accedieron a participar en una entrevista basada en la pregunta de la Luna. La instrucción de tres de ellos fué tradicional, mientras que la instrucción recibida por el

cuarto estudiante fue modificada para obtener un entendimiento conceptual. Como parte de esta entrevista, los estudiantes debían encontrar el cambio de velocidad cuando la Luna pasa del punto A al punto B, como se muestra en la figura 5.

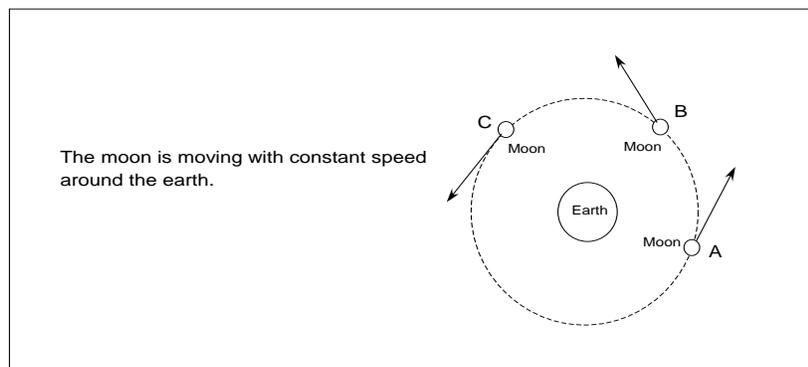


Figura 5. Situación física del movimiento de la Tierra.

Una de las estudiantes entrevistadas presento una confusión referente al significado de velocidad constante. Ella se refirió al movimiento circular como una forma constante, concluyendo que, en consecuencia, la velocidad es constante: “La velocidad es constante porque la forma de la trayectoria en cada punto mostrado crea una trayectoria circular”.

Entre los estudiantes con instrucción de tipo tradicional, uno agrego la velocidad inicial a la final en lugar de restarlas para encontrar el cambio de velocidad de la Luna del punto A al punto B y otro invocó la definición correcta de aceleración, aunque también presentó confusión en cuanto al significado del término “constante”. Por ejemplo, primero establece que “la aceleración es perpendicular a la trayectoria” y luego

infiere que “no hay cambio de velocidad porque la aceleración es constante”.

La estudiante que recibió una instrucción modificada respondió que “el cambio de velocidad es igual a cero porque se esta moviendo con rapidez constante”. Además, confundió la suma vectorial con la resta vectorial para encontrar el cambio de velocidad. No obstante las modificaciones efectuadas para enfatizar el razonamiento vectorial, parece ser que las dificultades en el uso de vectores persisten.

## 5.3 Automóvil sobre una ladera.

Como parte de un examen, se pregunto a los estudiantes encontrar la dirección del vector aceleración de un automóvil que se mueve hacia abajo y disminuyendo su rapidez sobre una ladera. La pregunta se muestra en la figura 6. Esta

pregunta puede ser respondida efectuando una sustracción vectorial gráficamente o razonando acerca de los componentes normal y tangencial de la aceleración.

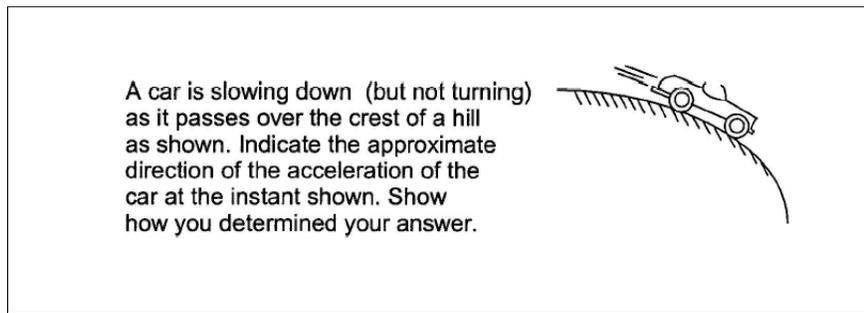


Figura 6. Situación física del movimiento de un auto en dos dimensiones.

Alrededor de la mitad de 248 estudiantes que recibieron instrucción modificada en la Universidad de Syracuse contestaron correctamente. La respuesta incorrecta más común, proporcionada por un cuarto de los estudiantes aproximadamente, fue que la aceleración era tangente a la curva y en dirección opuesta al movimiento. Aproximadamente un 6% respondió que la aceleración era perpendicular a la trayectoria y alrededor del 5% que no había aceleración.

En la Universidad del Estado de Nuevo México, ante una instrucción modificada, alrededor del 75% de 75 estudiantes contestaron correctamente. Solo un 4% contestó que la aceleración era constante a la ladera y en dirección opuesta a la velocidad.

Alrededor del 30% de los estudiantes de Syracuse que contestaron correctamente utilizaron un razonamiento sobre el ángulo entre la velocidad y la aceleración. Aproximadamente la mitad basó su razonamiento en los componentes normal y tangencial de la aceleración, técnica que fue enfatizada durante este curso. Alrededor del 90% de los estudiantes de Nuevo México que contestaron correctamente restaron los vectores velocidad gráficamente. Solamente 5 estudiantes respondieron sobre la base de los componentes normal y tangencial. Inversamente, solo 4 estudiantes de Syracuse usaron la resta vectorial como argumento en sus respuestas. En la figura 7 se muestran ejemplos de estas respuestas.

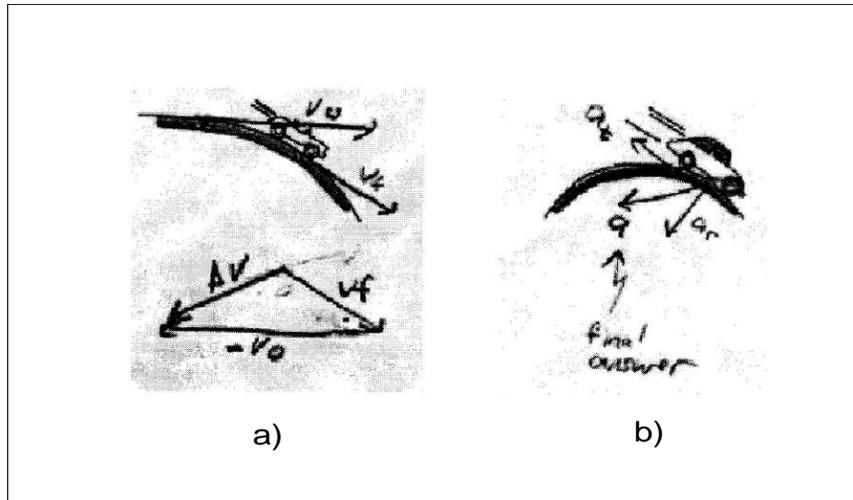


Figura 7. Respuestas incorrectas para la pregunta del auto perdiendo rapidez.

## 6. Conclusiones.

Después de recibir instrucción tanto tradicional como modificada, muchos estudiantes fueron incapaces de determinar la dirección de la diferencia entre dos vectores velocidad para así encontrar la dirección de la aceleración. Algunos estudiantes parecen poseer un mal entendimiento acerca del significado de 'constante'. Por ejemplo, muchos estudiantes no reconocieron que una velocidad constante requiere que ambas, la rapidez y la dirección, sean constantes. Otros estudiantes describieron el movimiento circular como constante porque la forma de la trayectoria era constante.

Aunque se presentó un mejor desempeño después de recibir una instrucción modificada, las respuestas revelan inhabilidad por parte de los estudiantes para sumar y restar vectores. Algunos de ellos continúan con la dificultad para relacionar un cambio de velocidad con la aceleración. Sin embargo, la cantidad de estudiantes de Nuevo México que presentaron dificultades en el procedimiento fue pequeña, comparada con Syracuse. Las estrategias para resolver

ciertas preguntas sobre cinemática parecen estar influenciadas por el tipo de instrucción recibida.

Con modificaciones en la instrucción que proveen un énfasis en operaciones vectoriales geométricas, muchos estudiantes reconocieron la necesidad de restar vectores. Sin embargo, la mayoría de ellos no pudieron encontrar la aceleración de los objetos moviéndose a lo largo de trayectorias curvas. No obstante que la mayoría de los estudiantes restaron las velocidades final e inicial, muchos de ellos tuvieron errores en el procedimiento que generaron respuestas incorrectas.

Para las preguntas presentadas en este artículo en un contexto físico, los estudiantes continúan presentando los mismos errores que en las preguntas elaboradas sin un contexto físico. La introducción de un contexto crea oportunidades adicionales para errores e incluso introduce nuevos errores conceptuales, como lo mencionan en su estudio McDermott y Shaffer<sup>4</sup>.

Finalmente, como Flores<sup>5</sup> menciona, "La mayoría de los estudiantes tienen problemas de entendimiento con los conceptos fundamentales de física,

principalmente con operaciones vectoriales. El desarrollo de los objetos matemáticos que representan conceptos físicos determinan una evolución cognitiva de las estructuras matemáticas en los estudiantes durante el aprendizaje de los conceptos de física”.

### Referencias.

<sup>1</sup> D. Hestenes y M. Wells, “A Mechanics Baseline Test,” *Phys. Teach.* **30**, 159-166

<sup>2</sup> P. O’Brien Pride, “An investigation of student difficulties with two dimensions, two- body systems, and relativity in introductory mechanics,” Ph.D. dissertation, Departamento de Física, Universidad de Washington, 1997.

<sup>3</sup> C. McDermott, P. Shaffer y el Physics Education Group de la Universidad de Washington, *Tutorials in Introductory Physics* (Prentice-Hall, New Jersey, 2002).

<sup>4</sup> P. S. Shaffer y L. C. McDermott, “A research-based approach to improving student understanding of the vector nature of kinematical concepts,” *Am. J. Phys.* **73** (10), 921-931 (2005).

<sup>5</sup> S. Flores, “Student use of vectors in mechanics”, dissertation to get the Physics PhD degree, New Mexico State University, July 1007.

## Desarrollo de una Interfaz de Usuario para una Máquina de Hemodiálisis

Olmos, K.<sup>1</sup>, Gómez, M.<sup>2</sup>, Rascón, L.<sup>3</sup>

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<sup>1</sup>[kolmos@uacj.mx](mailto:kolmos@uacj.mx), <sup>2</sup>[mgomez@uacj.mx](mailto:mgomez@uacj.mx), <sup>3</sup>[lrascón@uacj.mx](mailto:lrascón@uacj.mx)

### Introducción

Este trabajo muestra el desarrollo de un software cuya funcionalidad principal es servir de interfaz de usuario de una máquina de hemodiálisis. Este proyecto surge de la idea de construir una máquina de hemodiálisis que utilice una computadora como interfaz de usuario y que permita almacenar la información de los pacientes, médicos y enfermeras involucrados en el proceso. Un trabajo similar desarrollado por (Bengtsoon & Bosch, 1999) presenta las experiencias en el diseño del software para una máquina de hemodiálisis y discute la metodología aplicada; sin embargo, hace una separación

1996), con una arquitectura basada en capas (Weitzenfeld, 2005) y utilizando los patrones GRASP, controlador, experto, alta cohesión y bajo acoplamiento, para la asignación de responsabilidades (Larman, 2003).

Como resultado se obtuvo un software cuya funcionalidad principal es actuar como interfaz de usuario para la máquina de hemodiálisis propuesta. La verificación del software se llevó a cabo al sustituir el sistema de control por una computadora personal que ejecuta un software que emula las funcionalidades de este último. Además, al haber sido diseñado bajo el paradigma de orientación a objetos y

entre hardware y software y sólo muestra el modelado del software.

La máquina de hemodiálisis propuesta se compone de una computadora personal, un sistema de control y un sistema físico. La metodología utilizada para desarrollar el software se basó en el proceso de desarrollo presentado por Larman (2003). Esta metodología es iterativa e incremental y divide el proyecto en ciclos de desarrollo. En cada uno de éstos se realizan las etapas de análisis, diseño, codificación y pruebas. En este trabajo, el análisis se realizó bajo un enfoque integral, en el que se considera la máquina de hemodiálisis (hardware y software) como un todo. Para facilitar el mantenimiento y los cambios en un futuro, el diseño del software fue realizado bajo el paradigma de orientación a objetos (Booch, Lavelle, & Cernuda, tomando en cuenta los patrones de diseño y la arquitectura de tres capas, se considera que el software cumple con los factores externos de corrección, extensibilidad, reutilización y facilidad de uso, cualidades que de acuerdo a Meyer (1999) determinan la calidad de un sistema de software.

### 1. Máquina de Hemodiálisis

La función principal de una máquina de hemodiálisis es eliminar las toxinas de la sangre en personas con insuficiencia renal. En una sesión de hemodiálisis se le extrae la sangre al paciente por medio de un catéter para que circule a través de un circuito externo en el que se filtra para

eliminar toxinas y exceso de agua. Una vez libre de toxinas la sangre es regresada al paciente.

En la figura 1 (Graves, 2001) se muestran los principios básicos del proceso de una máquina de hemodiálisis la cual utiliza una bomba pulsátil para mantener el flujo sanguíneo simulando el bombeo que hace

el corazón. Mientras la sangre circula fuera del paciente es necesario inyectar heparina para evitar su coagulación. Para ello se incluye un mecanismo que presiona el émbolo de una jeringa con un flujo definido para toda la sesión. El proceso de eliminación de toxinas se realiza mediante

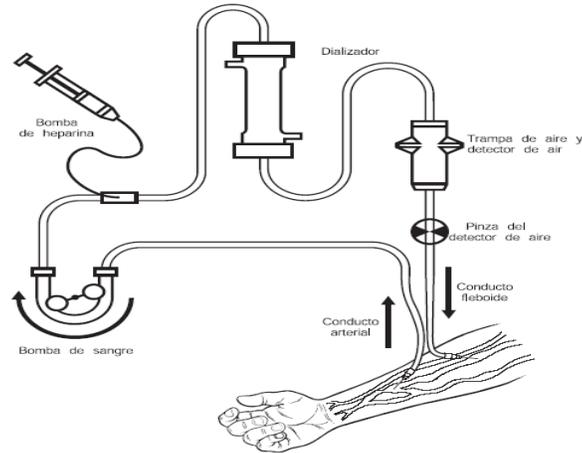


Figura 1. Principios básicos del proceso de una maquina de hemodiálisis (Graves, 2001).

un filtro al cual le llega la sangre y una solución salina. Las toxinas de sangre son liberadas por diferencia de presiones. Para evitar que se altere la temperatura de la sangre que se le regresará al paciente es importante que la solución salina se mantenga a una temperatura similar a la corporal.

Este proceso incluye un sistema de alarmas para cuidar la seguridad del paciente. Es necesario monitorear el funcionamiento de la bomba de sangre y la bomba de heparina así como monitorear presiones arterial y venosa, temperatura de la solución salina y

detectar burbujas en la sangre antes de que ésta se regrese al paciente. En caso de que alguna variable esté fuera de su intervalo preestablecido se activa un ocluser que presiona la línea que regresa la sangre al paciente.

En la figura 2 se puede observar la máquina de hemodiálisis propuesta la cual consta de una computadora personal, un sistema de control y un sistema físico. La computadora personal albergará un sistema de software cuya función principal es actuar como interfaz de usuario. La

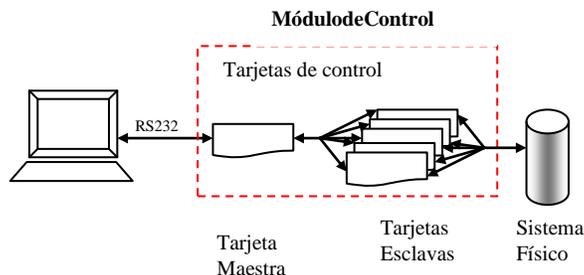


Figura 2. Esquema general de la máquina de hemodiálisis (Vazquez, Ortega, Ochoa, Gómez, Rascón, & Olmos, 2001).

computadora a su vez se comunica con el sistema de control a través del puerto serie y este último sistema se conecta a los componentes físicos (Vazquez, Ortega, Ochoa, Gómez, Rascón, & Olmos, 2001).

El sistema de software permite configurar las especificaciones de la sesión de hemodiálisis y sirve como interfaz entre el operador y el sistema físico para realizar la sesión de diálisis. El sistema de control se divide en dos secciones: una tarjeta maestra y cuatro tarjetas esclavas. La tarjeta maestra realiza la comunicación entre la computadora y las tarjetas esclavas. Esta comunicación se lleva a cabo al recibir los códigos enviados por la computadora personal, analizarlos y reenviarlos a la tarjeta esclava correspondiente. El monitoreo y control del sistema físico se divide en cuatro secciones: bomba de sangre, bomba de heparina, control de temperatura y alarmas. Por cuestiones de seguridad se utiliza un esquema de control distribuido en el que se asigna una tarjeta esclava a cada una de estas secciones. (Gómez & Ortega, 2002).

## 2. Metodología

El desarrollo del sistema de software de la máquina de hemodiálisis se realizó siguiendo una metodología basada en el proceso presentado por Larman (2003). Esta metodología utiliza UML (Booch,

Rumbaugh, & Jacobson, 2005) como lenguaje de modelado, es iterativa e incremental y divide el proyecto en ciclos de desarrollo, en cada uno de los cuales se realizan las etapas de análisis, diseño, codificación y pruebas. Los resultados del análisis y diseño del primer ciclo de desarrollo fueron reportados en (Olmos, Gómez, Bravo, & Rascón, 2005).

El análisis se realizó bajo un enfoque integral en el que se considera la máquina de hemodiálisis (hardware y software) como un todo. Los artefactos que se obtuvieron en esta etapa fueron el modelo de casos de uso, que consta del diagrama de casos de uso y de los flujos de eventos de cada uno de ellos, el modelo conceptual y el diagrama de estados.

En la etapa de diseño se elaboraron los diagramas de actividades y los diagramas de secuencia para cada caso de uso, así como el diagrama de clases. Con el fin de que el sistema fuera mantenible, reutilizable, legible y flexible, el diseño se realizó con un enfoque de arquitectura de tres capas, además de utilizar los patrones GRASP para asignar las responsabilidades de las clases que constituyen el sistema de software (Larman, 2003). El diagrama de clases se obtuvo a partir de los diagramas de secuencia.

La funcionalidad del software se probó al reemplazar el sistema de control por una

computadora personal que ejecuta un software que emula las funcionalidades de este último. El software de emulación permite seleccionar los códigos que enviaría el sistema de control al comunicarse con la interfaz de usuario. Así mismo, recibe y despliega los códigos que esta última le enviaría al sistema de control.

### **3. Análisis del sistema**

El desarrollo del sistema de software de la máquina de hemodiálisis requirió, en primer lugar, entender el funcionamiento de la máquina como un todo. Por lo tanto, el análisis de requerimientos abarcó diferentes estrategias como 1) entrevistas a nefrólogos y a enfermeras especializadas, 2) asistencia a sesiones de hemodiálisis, 3) análisis de sesiones grabadas en video y 4) utilización de ingeniería inversa a una máquina de hemodiálisis. Los artefactos generados en la etapa de análisis fueron el modelo de casos de uso, el modelo conceptual y el diagrama de estados, los cuales se explican a continuación.

#### **3.1. Modelo de Casos de Uso**

El modelo de casos de uso consta del diagrama de casos de uso y el flujo de eventos asociado a cada uno. Para la generación de los casos de uso se siguieron las recomendaciones proporcionadas en

(Armour & Miller, 2001). Un total de dieciocho casos de uso fueron encontrados, dentro de los más significativos se encuentran: inicializar sistema, normalizar sistema y realizar sesión (Olmos, Ortega, Gómez, Fernández, & Rascón, 2002).

#### **3.2. Modelo Conceptual**

El modelo conceptual, reportado en (Olmos, Ortega, Gómez, Fernández, & Rascón, 2002) se obtuvo a partir de los casos de uso. El modelo representa a la máquina propuesta en dos niveles de abstracción; en el primer nivel, la máquina de hemodiálisis se divide en el sistema de software, el sistema de control y el sistema físico, de acuerdo a la arquitectura mostrada en la figura 2. En el segundo nivel estos subsistemas se dividen en componentes y se representan a un nivel de detalle suficiente. Lo que permite conocer las interacciones entre los componentes y entre los sistemas. En este nivel se puede observar que el sistema de software será responsable de la administración de los pacientes, de los usuarios y de las sesiones de diálisis. Además, este sistema tendrá un módulo de comunicación que permitirá intercambiar mensajes con el sistema de control. El modelo conceptual del sistema de software se puede observar en la figura 3.

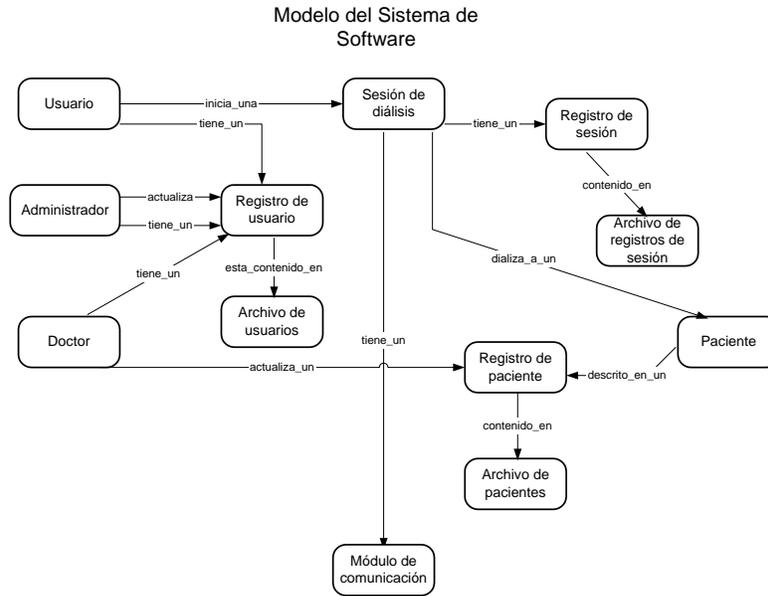


Figura 3. Modelo conceptual del sistema de software (Olmos, Ortega, Gómez, Fernández, & Rascón, 2002).

### 3.3. Modelo de estados

Las máquinas de estado son especialmente útiles para comprender el comportamiento del sistema al modelar los aspectos dinámicos de éste. Una máquina de estados especifica las secuencias de estados por las que pasa un objeto, un caso de uso o un sistema completo, a lo largo de su vida. Esta secuencia de determina de acuerdo a los eventos recibidos y a la respuesta del sistema hacia estos eventos (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2005).

En la figura 4 se observa el diagrama de estados del caso de uso de “Realizar sesión

de hemodiálisis”. El programa espera que el usuario introduzca sus datos y después de validarlos muestra el menú principal. Si el operador selecciona la opción *Realizar sesión de hemodiálisis*, el programa envía un código de inicio al sistema de control y espera a que éste le regrese el código que representa el estado actual del sistema físico. El estado se determina al encender el sistema de control cuando cada módulo del sistema físico realiza un auto diagnóstico de sus componentes.

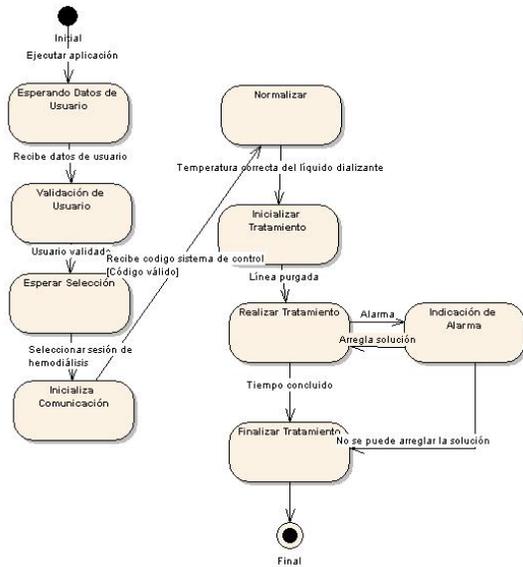


Figura 4. Diagrama de estados de la sesión de hemodiálisis.

Si el código que envía el sistema de control al sistema de software es válido el operador debe elegir la temperatura a la cual se mantendrá el líquido dializante y seleccionar la opción *Normalizar*. Cuando se alcanza la temperatura establecida, el sistema de software le indica al operador que puede introducir las especificaciones requeridas e iniciar el tratamiento de diálisis. En caso de que se presente una alarma durante el tratamiento el sistema de control manda un código al sistema de software, el cual indicará al operador el tipo de alarma a través de la interfaz de usuario. Es importante mencionar que la acción ejecutada en respuesta a la alarma se realiza automáticamente en el sistema físico o por el operador. Si el problema que causa la alarma se resuelve el sistema de software continúa con el tratamiento, si no, éste se interrumpe y el operador finaliza la sesión.

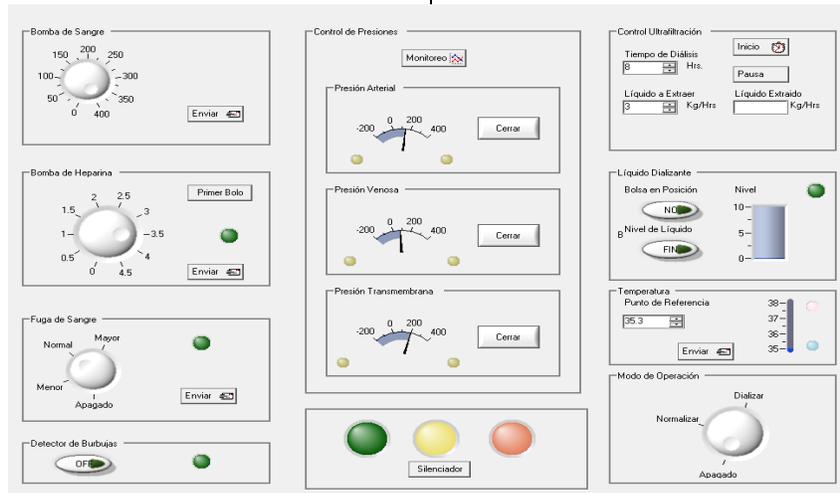


Figura 5. Interfaz de usuario de la máquina de hemodiálisis.

## 4. Diseño

### 4.1 Diseño Interfaz de Usuario

El diseño de la interfaz de usuario se realizó tomando como base la máquina de hemodiálisis Baxter 550, la cual dispone

de indicadores analógicos y se opera de una forma manual mediante perillas y selectores. Sin embargo, fue necesario agregar controles que estuvieran en concordancia con la arquitectura de la máquina de hemodiálisis propuesta y que

permitieran y facilitaran la operación de la máquina mediante la computadora personal. El diseño de la interfaz de usuario se muestra en la figura 5.

#### 4.2. Diseño dinámico

El diseño dinámico consta de los diagramas de actividades y los diagramas de colaboración de cada uno de los casos de uso. Para facilitar el mantenimiento y los cambios en un futuro, el diseño del software fue realizado bajo el paradigma de orientación a objetos, con una arquitectura basada en capas y utilizando los patrones GRASP de controlador, experto, alta cohesión y bajo acoplamiento, para la asignación de responsabilidades. Algunas de las clases se obtuvieron del modelo conceptual, sin embargo se tuvieron que agregar clases que permitieran la funcionalidad esperada del software.

#### 4.3. Diseño estático

El diagrama de clases representa el diseño estático del sistema de software. Este diagrama se obtuvo al concentrar la información de cada uno de los diagramas de secuencia generados en el diseño dinámico. La figura 6 representa el diagrama de clases del sistema de software. Como puede observarse el usuario y el sistema de control se consideran actores. La clase *ControladorSesionDialisis* se generó de acuerdo al patrón controlador y es una de las clases más importantes ya que es responsable de la secuencia de eventos en una sesión de diálisis. Una de las estrategias que se siguió fue generar una clase por cada sección de la interfaz de usuario que agrupara a los indicadores y controles. Por ejemplo, en la figura 7 se puede observar el diagrama de clases de la sección bomba de heparina. La clase *ControladorBombaHeparina* agrupa a una

perilla, un indicador y los botones de *Primer bolo* y *Enviar*, que están en correspondencia con esta sección en la interfaz de usuario. Así mismo, cada sección de la interfaz de usuario tendrá su clase correspondiente. Debido a sus funciones similares estas clases se derivarán de la clase abstracta *ControladorSecciones* como se muestra en la figura 8.

Para lograr una arquitectura basada en capas, la estrategia a seguir fue separar las clases del dominio de las clases de interfaz, como se menciona en (Weitzenfeld, 2005). Los eventos de la interfaz de usuario son capturados por una clase denominada *GUI*, la cual únicamente tiene la responsabilidad del manejo de eventos del operador. Esta clase manda un mensaje con el evento solicitado a la clase *ControladorSesionDialisis*. Ésta determina las acciones a seguir: modificar los controles de la interfaz o comunicarse con el sistema de control. En el primer caso la clase es responsable de determinar qué secciones están involucradas en el evento solicitado por el usuario y enviar la información necesaria para que realicen su tarea. En el segundo caso se envía un mensaje a la clase *Comunicador* para que ésta sea la responsable de mandar el mensaje al sistema de control. La clase *Comunicador* es la que contiene toda la información relacionada con la comunicación a través del puerto serie con el sistema de control. El hecho de utilizar una clase especialmente diseñada para el manejo de estos eventos permitirá en un futuro modificar el esquema de comunicación sin afectar las clases relacionadas con el dominio de la aplicación.

En el caso de que el sistema de control requiera comunicarse con la PC la clase comunicador recibirá el mensaje y lo pasará a la clase *AnalizadorDeCódigo*, la

cual es responsable de descifrar el código y enviarlo al o a los controladores de sección para que estos a su vez manden mensajes a sus elementos y se visualice en la pantalla los efectos del código enviado por el sistema de control. Cabe mencionar que según la arquitectura de la máquina, el sistema de software únicamente es responsable de indicar al usuario los eventos que están sucediendo en la sesión

de diálisis. La creación de una clase responsable de analizar los códigos enviados por el sistema de control permite delimitar las responsabilidades y que el diseño se considere de bajo acoplamiento. Esto permitiría en un futuro hacer cambios en los códigos de envío, sin afectar las clases del dominio de la aplicación.

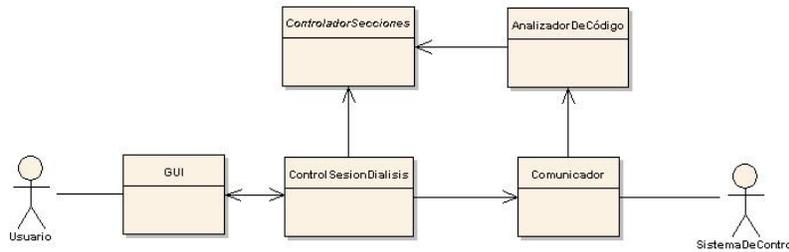


Figura 6. Diagrama de clases del sistema de software.

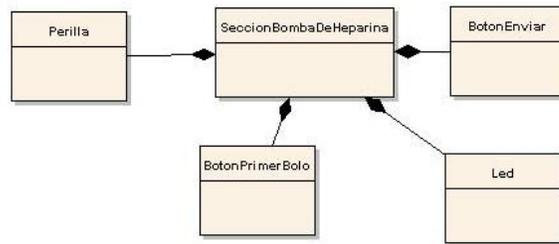


Figura 7. Diagrama de clases de la sección bomba de heparina.

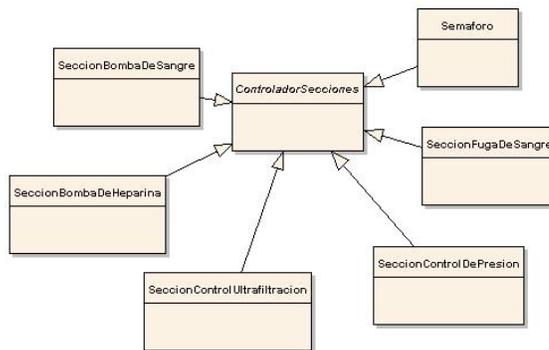


Figura 8. Clases abstracta *Controlador Secciones* y sus clases derivadas.

## 5. Resultados

El código de la interfaz de usuario se desarrolló tomando como base el diseño estático y dinámico. El programa se desarrolló utilizando el entorno de Visual Studio 2005 con el lenguaje de programación C# y utilizando los controles e indicadores proporcionados por *Measurement Studio* de *National Instruments*. El punto crítico en la codificación fue la configuración del puerto serie, la cual fue resuelta en el trabajo de Hernández y Herrera (2006).

Se considera que el uso de patrones GRASP y el diseño basado en la arquitectura de tres capas proporciona al sistema atributos de calidad como mantenibilidad, reutilizabilidad, legibilidad y flexibilidad.

Como se mencionó al inicio del artículo, para realizar el sistema de software y probarlo se sustituyó el sistema de control por una computadora personal. Las pruebas se llevaron a cabo utilizando los casos de uso como casos de prueba. Durante las pruebas el sistema se comportó de acuerdo a los requerimientos establecidos. En el diseño de la máquina de hemodiálisis el sistema de control (hardware) es el responsable del sistema físico y la funcionalidad del sistema de software es servir de interfaz de usuario. Dependiendo del tipo de alarma el usuario o el sistema de control deberán encargarse de estabilizar el sistema. Por lo tanto, en el caso de las alarmas, el sistema de software únicamente activa los controles correspondientes en la interfaz pero no realiza ninguna acción para reponerse de la alarma.

## 6. Conclusiones

Una de las decisiones más relevantes de este proyecto fue iniciar con el análisis del

funcionamiento de la máquina de hemodiálisis de forma integral en lugar de trabajar únicamente con el sistema de software. Esto permitió determinar los requerimientos del sistema de software de una forma más precisa y contextualizada.

Por otro lado, el seguir un proceso de desarrollo permitió que el sistema de software se construyera de una manera sistemática y que se pudiera llevar un control durante el desarrollo del mismo. La principal ventaja del proceso fue que permitió desarrollar un software que cumpliera con los requerimientos de funcionalidad.

El proceso implicó contar con una documentación en UML lo que facilitó la tarea de integración de nuevos miembros al proyecto. En particular los casos de uso mostraron su efectividad al ser una adecuada fuente de información para entender el sistema, ya que los nuevos miembros del equipo de desarrollo sólo requirieron del estudio de éstos para involucrarse en el dominio de la aplicación.

Por lo anterior, consideramos que esta metodología sería de gran utilidad para los ingenieros de desarrollo de hardware principalmente en aplicaciones complejas basadas en microcontroladores. Lo anterior debido a que desde el inicio del diseño se deben considerar todos los escenarios del sistema además de que la documentación se generaría conforme se avanza en el proyecto.

Con esta aplicación se da por terminado el desarrollo del sistema de software, como trabajo futuro se esperaría finalizar con el sistema de control y realizar las pruebas del sistema en forma integral.

Como aplicación adicional creemos que este sistema de software puede servir como ayuda en la capacitación de médicos y

enfermeras que requieran aprender el funcionamiento de una máquina de hemodiálisis.

## Trabajos citados

Armour, F., & Miller, G. (2001). *Advanced Use Case Modeling*. Addison-Wesley.

Bengtsoon, P., & Bosch, J. (1999). Haemo Dialysis Architecture Design Experiences. *International Conference on Software Engineering*, (págs. 516-526).

Booch, G., Lovelle, C., & Cernuda, J. M. (1996). *Análisis y Diseño Orientado a Objetos*. Addison Wesley.

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *Unified Modeling Language User Guide* (2 edition ed.). Addison-Wesley.

Gómez, M., & Ortega, L. (2002). Diseño de un Sistema de Tarjetas Maestra-Esclava basada en la Vista de Casos de Uso para una Máquina de Hemodiálisis. *XXIV Congreso Internacional de Electrónica*. 24. Chihuahua, México: Instituto Tecnológico de Chihuahua.

Graves, G. (2001). Arterial and Venous Pressure Monitoring During Hemodialysis. *Nephrology Nursing Journal* , 28 (1), 23-30.

Hernández, G., & Herrera, I. (2006). *Desarrollo de un Sistema de Software para la manipulación de una Máquina de Hemodiálisis utilizando el Paradigma de Orientación a Objetos*. Tesis de Licenciatura, IIT-UACJ, Juárez, México.

Larman, C. (2003). *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Madrid: Pearson Education.

Meyer, B. (1999). *Construcción de software Orientado a Objetos*. Madrid: Prentice Hall.

Olmos, K., Gómez, M., Bravo, G., & Rascón, L. (2005). Utilización de un Proceso de Desarrollo de Software para la

Construcción de una Máquina de Hemodiálisis: Etapas de Análisis y Diseño. *CONIELECOMP*. Puebla.

Olmos, K., Ortega, L., Gómez, M., Fernández, L. F., & Rascón, L. (2002). Utilización de UML en el Modelado de una Máquina de Hemodiálisis desde el punto de vista de Casos de Uso. *SOMI (Sociedad Mexicana de Instrumentación)*. Mérida.

Vazquez, R., Ortega, L., Ochoa, H., Gómez, M., Rascón, L., & Olmos, K. (2001). Diseño y Construcción de una Máquina que no Utiliza el Sistema de Preparación de Líquido Dializante. *Foro Estatal SIVILLA-CHIHUAHUA*. Chihuahua.

Weitzenfeld, A. (2005). *Ingeniería de Software orientada a objetos con UML, Java e Internet*. México: Thompson.

## ESTRATEGIA DE PEMEX PARA LA EXTRACCIÓN DE HIDROCARBUROS

*Nelda J. Gámez-treviño<sup>1</sup> y Manuel R. Piña-Monarez<sup>2</sup>*  
 COMIMSA. Blvd. Oceanía No. 190, Fracc. Saltillo 400  
 C.P. 25290, Saltillo, Coah., Mexico.

Ph (844) 411-3200 Ext. 1217 | Fx (844) 416-9346

autores e-mail: [neldagamez@comimsa.com](mailto:neldagamez@comimsa.com); [manuelp@comimsa.com](mailto:manuelp@comimsa.com)

### RESUMEN

La exploración, perforación y explotación de nuevos yacimientos de hidrocarburos, se realizan tanto en la superficie como en las profundidades. En nuestro país a principios de 1993, se comenzó la exploración en costa afuera (plataformas marítimas fijas), extrayendo hidrocarburo a profundidades de 180m.; a medida que ha existido la necesidad de encontrar yacimientos de hidrocarburo la exploración se ha efectuado en aguas aún más profundas (profundidades mayores de 500m). En el Golfo de México, se han encontrado zonas con potenciales del hidrocarburo suficientes para en el corto plazo, seguir abasteciendo al país con esta fuente de energía. La extracción de este hidrocarburo a esas profundidades, a México le presenta un reto tanto tecnológico como de innovación al adaptar nuevos sistemas de extracción a sus condiciones de operación. A partir de este año México adquirió un Sistema Flotante de Producción, Almacenamiento y Abastecimiento (FPSO) para la extracción del hidrocarburo en aguas profundas del Golfo de México siendo así, un reto para el país el poder ser capaz de operar, dar mantenimiento, diseñar y en un futuro ser capaz de desarrollar su propia tecnología.

**Palabras claves:** FPSO, Aguas profundas, Hidrocarburos, Nueva Tecnología, PEMEX

### Abstract

The exploration, perforation and operation of new deposits of the mineral substances of the terrestrial crust, it can be found so much in the surface as in the depths. In our country at the beginning of 1993, the exploration in coast was begun outside (fixed marine platforms), extracting hydrocarbon to depths of 180m.; as to existed the necessity to find hydrocarbon deposits the exploration has taken place in still more deep waters (greater depths of 500m) of the Gulf of Mexico; finding zones with potentials of hydrocarbon with the purpose of continuing supplying the country with this power plant. The adoption and the new development of deep water technology has to be necessary to continue fulfilling the demand of hydrocarbon, where Mexico in this year has it first Floating System of Production, Storage and Offloading (FPSO) working in deep waters of the Gulf of Mexico being therefore the beginning of a new challenge the country has to be able to operate, to give maintenance, to design and in the future to be able to develop its own technology.

**Key Words:** FPSO, Deep water, Hydrocarbon, New technology, PEMEX

1. Estudiante de doctorado del programa PICYT con opción Terminal en Ingeniería Industrial y de Manufactura. Centro de Investigación COMIMSA.

2. Profesor Investigador del programa PICYT. Centro de Investigación COMIMSA.

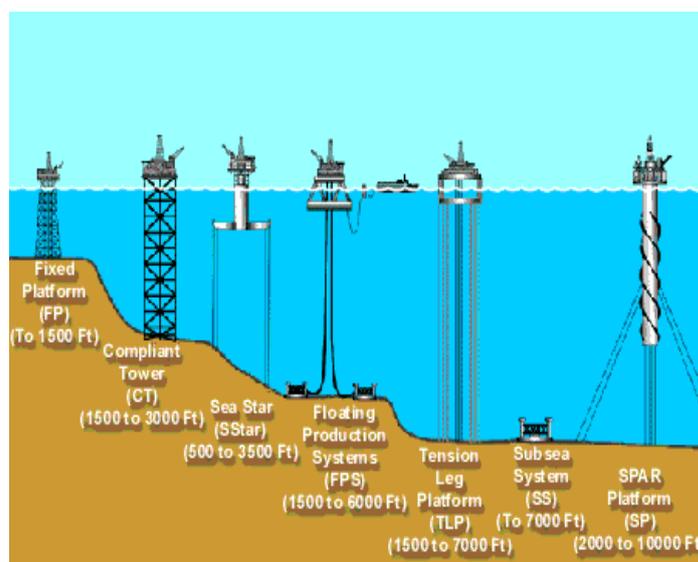
## 1.-INTRODUCCIÓN

En la actualidad el hidrocarburo se ha convertido en la principal fuente de energía del mundo en donde México está ubicado como uno de los principales líderes en la producción del crudo generando el 18 % del total obtenido por el Continente Americano[7]. Sin embargo cifras alarmantes nos revelan que la producción de petróleo en nuestro país disminuye a un ritmo de 14% por año ya que en el 2004, se registraba una producción de 3.45 mbd, en el 2006 se logra una producción de 3 mbd y se estima que para el 2008 se obtendrá una producción de 1.9 mbd; esto significa que el recurso se agotará en un periodo menor a 10 años [4]. Tanto para la búsqueda del petróleo, como para su explotación, se emplean los sondeos cuya perforación en el mar requiere de técnicas y equipos especializados, que constantemente son perfeccionados. El principal inconveniente de estas maniobras es la lucha con las condiciones del mar, por la situación flotante de las plataformas, expuestas a ser arrastradas y destruidas. Dado que las fuentes de hidrocarburo en México se han ido agotando en yacimientos ya conocidos, actualmente la exploración y extracción del hidrocarburo, se realiza en aguas profundas (mayores de 500m.), donde el Golfo de México ha sido evaluado como uno de los principales yacimientos potenciales de petróleo. Actualmente se cuenta con la tecnología necesaria para investigar, no sólo las partes exteriores de las márgenes continentales y los mares sino también las cuencas oceánicas profundas. Una vez que la prueba de exploración resulta exitosa, se comienza el proceso de extracción. Este proceso va relacionado con producción y almacenaje del hidrocarburo para los cuales se utilizan diferentes equipos. La característica importante que sirve para clasificar estos equipos, es la forma en como estos se fijan en el lugar de trabajo, pues mientras unos se apoyan firmemente en el fondo del mar

(plataformas) otros flotan y se fijan con anclas. Entre los más comunes están: buques-sonda, plataformas sumergibles, plataformas auto-elevadoras, plataformas flotantes semi-sumergibles y barcasas (ver *Figura-1*).

En lo referente a la exploración de aguas profundas los equipos de procesamiento, almacenamiento y abastecimiento más comunes son: [8]

- **FSU:** Floating Storage Unit (Sistema Flotante de Almacenamiento).
- **FSO:** Floating Storage and Offloading System (Sistema Flotante de Almacenamiento y Abastecimiento).
- **FPS:** Floating Production System (Sistema Flotante de Producción y Almacenamiento).
- **FPSO:** Floating Production Storage and Offloading (Sistema Flotante de Producción, Almacenamiento y Abastecimiento).



*Figura-1: Plataformas*

De estos Sistemas Flotantes utilizados en aguas profundas, el más completo es el FPSO por sus características ya que este, es

capaz no solo de procesar el crudo sino almacenarlo o bien abastecer otros barcos o plataformas. (ver figura-2).

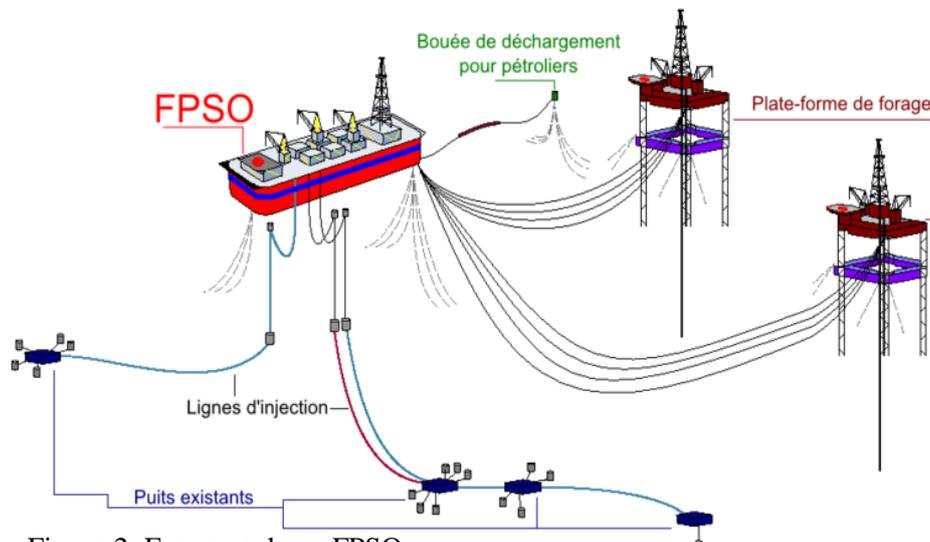


Figura-2: Esquema de un FPSO

## 2.- SISTEMA FLOTANTE DE PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO Y ABASTECIMIENTO (FPSO)

El FPSO es un sistema utilizado en aguas profundas, ya empleado en la extracción de hidrocarburos en el Reino Unido. El primer FPSO inició su funcionamiento a partir de Septiembre de 1993 en Gyphon, Maclure, Tullich en el Reino Unido. En Brasil desde finales de los años 1950 se utilizó un buque bautizado como buque-tanque "Presidente Juscelino", el cual fue un símbolo del nacimiento de sistemas flotantes en ese país y además significó la solución al problema del procesamiento del hidrocarburo en aguas profundas. A partir de entonces, la producción de petróleo en Brasil, ocupa el primer lugar a escala mundial. Por esto el FPSO se convierte en un sistema viable para realizar la misma función de extracción en aguas profundas del Golfo de México. El FPSO como se muestra en la *Figura-3* consiste en un gran buque-tanque anclado al fondo marino que se diseña para procesar y almacenar la producción de

pozos submarinos cercanos. El barco también permite descargar periódicamente el petróleo almacenado a buques menores, los cuales transportan el hidrocarburo a instalaciones para su transformación posterior. En particular, los FPSO's son embarcaciones empleadas en sitios en donde se perfora en aguas profundas y tienen la función de:

- Almacenar el hidrocarburo extraído.
- Procesar el hidrocarburo.
- Abastecer el producto a otro barco o a tierra.

Los FPSO's están integrados por varios sistemas como tanques de almacenamiento, estructuras de procesamiento, sistema de anclaje (mooring system), tubería de llenado (flexible riser), tubería de abastecimiento (flexible pipes) así como el casco, entre otros. Consideraremos aquí, algunos de estos sistemas del FPSO, los cuales son vitales para el funcionamiento del mismo y operación del mismo (ver figura-3) [8]:

- **Flexible Risers:** Son tuberías que conectan la instalación de abajo del

mar al FPSO, logrando traer líquidos no tratados a la superficie para su procesamiento y/o almacenamiento. La mayoría de estas tuberías son de acero o bien de un compuesto de nylon y poliéster con el fin de soportar mayores resistencias a la flexión y la corrosión.

- **Mooring Systems:** Es el sistema de sujeción entre el FPSO y fondo marino, la mayoría situados en aguas profundas de más de 500m. Existen diferentes sistemas de

anclaje algunos están compuestos por cadenas reforzadas con cables unidas a pequeñas torres que se encuentran en el barco las cuales giran libremente; en la actualidad existen sistemas de anclaje los cuales se pueden desconectar del FPSO con el objeto de que cuando haya algún accidente el barco pueda moverse a otro lugar.

- **Flexible Pipes:** Está definido como un tubo flexible pero su principal función es conectar la plataforma/boya/barco a una

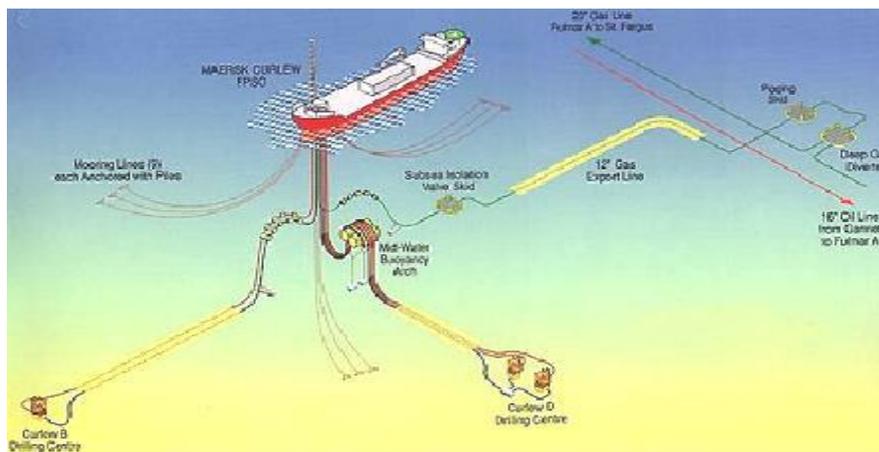


Figura-3: Esquema de un FPSO y

estructura flotante (FSO, FPSO, FPS, FSU), instalación marina, o a otra plataforma con el fin de transportar y abastecer el crudo [6].

Cada uno de los sistemas mencionados anteriormente tienen una función específica en el FPSO por consiguiente su buen funcionamiento depende de la confiabilidad del equipo y el mantenimiento del mismo ya que una falla en uno de ellos podría tener consecuencias desastrosas.

### 3.- DEGRADACIÓN: DAÑO COMÚN DE LOS SISTEMAS QUE INTEGRAN EL FPSO

El FPSO es un sistema expuesto a un medio ambiente cambiante, puesto que se encuentra en zonas húmedas, a diferentes presiones atmosféricas, a constantes movimientos y a que difícilmente estos barcos anclan en tierra para un mantenimiento. Así, lo importante en estos sistemas, es determinar los modos de falla que permitan modelar su vida útil y establecer estrategias de mantenimiento y reemplazo, para aumentar la confiabilidad del FPSO y de cada uno de los sistemas que lo integran.

Definiremos como *falla* de un elemento estructural a cualquier situación que impida que el elemento cumpla su función de transmisión de esfuerzos o de retención de presión como se encuentra previsto en el diseño del elemento, es decir la falla se produce cuando el elemento se torna incapaz de resistir los esfuerzos previstos en el diseño. Llamamos *modo de falla* al fenómeno o mecanismo responsable del evento o condición de falla. En este sentido, los modos de falla que en general pueden afectar a un componente estructural, son:

- Excesiva deformación elástica
- Excesiva deformación plástica

- Inestabilidad plástica
- Fatiga
- Corrosión, erosión, corrosión-fatiga, corrosión bajo tensiones, etc.
- Creep y creep-fatiga
- Fractura rápida (frágil, dúctil, mixta)

Con el objetivo de determinar los mecanismos de falla que permitan modelar su vida útil y establecer estrategias de mantenimiento y reemplazo, para aumentar la confiabilidad de cada uno de los sistemas que integran el FPSO, se analizan datos históricos de embarcaciones que han estado operando en otros países. Según el historial y reportes de estos barcos, las principales fallas reportadas en cada sistema son:

#### Mooring Systems

- Falla Mecánicas (Fatiga, Esfuerzos concentrados, Fricción)
- Corrosión en las líneas de conexión
- .Degradación en las cadenas.

#### Flexible Pipes:

- Fallas por degradación.
- Corrosión en el alambre de la armadura.

#### Flexible Risers:

- Degradación Interna del recubrimiento.
- Fallas Mecánicas (Tensión, Compresión)

Como se puede observar la degradación del material es un aspecto que está presente en cualquiera de los sistemas del FPSO y es causa de muchos de los daños en el funcionamiento adecuado y sobre todo en la confiabilidad del equipo ya que la rotura o la degradación permanente generalmente, se deben a que los esfuerzos soportados son mayores que la resistencia del material de fabricación o al estrés al que son sometidos. El análisis de algunas de las fallas o daños más comunes, de los cuales se ha podido observar fallas frecuentes como corrosión, degradación, esfuerzos

mecánicos, han llevado a la paraestatal PEMEX a realizar análisis exhaustivos y estrategias de reemplazo, para asegurar el buen funcionamiento de sus instalaciones. Al tomar en cuenta lo anterior PEMEX para la explotación de yacimientos ubicados en aguas profundas en el Golfo de México, realiza estrategias para adaptar eficientemente, a corto plazo, esta nueva tecnología llamada FPSO, a las condiciones de operación propias de la región.

#### 4.- SISTEMAS FLOTANTES EN MÉXICO

La producción de petróleo en México marcó una pauta muy importante en el desarrollo de nuestro país ahora enfrentándose a regiones donde el hidrocarburo se encuentra a mucho más profundidad, los cambios tecnológicos son necesarios para que el país siga ocupando un lugar importante en la producción de petróleo en el mundo. Petróleos Mexicanos (PEMEX) incursionará en tecnología petrolera de vanguardia, al invertir 700 millones de dólares para un barco de proceso y almacenamiento de crudo (FPSO). Hasta hoy, la empresa mexicana sólo había utilizado plataformas fijas y flexibles en el desarrollo de campos petroleros. En la actualidad hay un barco estacional en medio del Golfo de México (el Takuntak) que sólo es utilizado para almacenar el petróleo, pero con la nueva embarcación se podrá procesar y almacenar el hidrocarburo, para luego transferirlo. Esto permitirá ahorrar tiempo y elevar la eficiencia para el aprovechamiento de hidrocarburos contenidos en yacimientos marinos.

El año pasado, PEMEX incursionó en la exploración de aguas profundas en el Golfo de México. Siendo el Noxal, el primer pozo petrolero considerado en aguas profundas, el cual cuenta con una

profundidad de 925m. ubicado en Catema Veracruz. El pozo tiene una capacidad de producción estimada de 10 mil millones de barriles diarios y 9.5 ft<sup>3</sup> de gas diario [3]. Para su extracción, se rentó la tecnología denominada Tension Leg Platform (TLP) esta plataforma consiste en una estructura flotante sujeta por tensores verticales, los cuales están conectados y cimentados al lecho marino por pilotes asegurados. Lo relevante de la nueva tecnología del FPSO es que esta, sirve para yacimientos ubicados hasta a tres mil metros de tirante de agua, por lo que la paraestatal mexicana no tendrá que adquirir equipos y sistemas intermedios como las denominadas tensada hasta para mil 400 metros, Mini TLP, SPAR o SEMI para profundidades de hasta tres mil metros. Es por eso que una de las tareas de nuestro país es poder implementar nueva tecnología con el fin de seguir desempeñando su papel dentro de la industria petrolera [2]. La extracción de petróleo se ha convertido en todo un reto para Petróleos Mexicanos quien a través de Blue Marine Technology Group, socio comercial y operativo de Bergesen Worldwide Limited en México, realiza su Exploración y Producción. La paraestatal a través de esta compañía obtuvo la Operación, Mantenimiento y Adquisición durante 15-18 años, de la primera Unidad Flotante de Producción, Almacenamiento y Descarga (**FPSO**) a ser instalada en la Bahía de Campeche, Golfo de México, la cual a partir del mes de abril del año 2007 proporciona, entre otros, los siguientes servicios [9]:

- Separación y manejo de 200,000 barriles/día de crudo y 120 millones de pies cúbicos estándar de gas.

- Almacenamiento de 2,200,000 barriles de crudo.
- Descarga a ritmo de 1,200,000 barriles/día.
- Traspaso del producto a buque-tanques o a terminales en tierra, vía ductos.

Uno de los 106 FPSO existentes alrededor del mundo el “Yuum K’ak’náab” (Figura-4), está en aguas del Golfo de México, con un peso muerto de 35000 MT y longitudes de 365m de eslora y 65m de manga y llevará acabo su función de almacenar, procesar y enviar el hidrocarburo a otro barco o a tierra. El buque estuvo en



construcción en diferentes partes del mundo y luego fue armado para después llegar a las costas mexicanas. El primer FPSO que opera en México, está ubicado en el campo petrolero Ku-Maloob-Zaab (KMZ), uno de sus complejos más importantes, donde se procesan, mezclan y almacenan aceites con diferente graduación API (medida de densidad). La producción de este campo, aunada a la que se obtenga en Chicontepec (yacimientos en tierra) contribuirá a compensar el declive en la producción de Canterall [5].

Este evento, se convierte en el inicio de nuestro país para desarrollar su propia

estrategia para la operación óptima, del FPSO en México.

### 5.- EL PETRÓLEO Y LA ECONOMIA

El presupuesto federal de México depende de compañías energéticas como es el caso de CFE y PEMEX, ya que ambas empresas generan un 53% de los ingresos totales de la administración federal; es decir que de cada peso recaudado por las autoridades hacendarías, 53 centavos provendrán del sector energético. La economía de nuestro país puede colapsarse a raíz de la caída de producción de petróleo ya que no habrá capital para invertir en el país [1].

Figura-4: FPSO Yuum K’ak’náab

Para seguir operando y/o incrementar el número de FPSO en México, para solventar este déficit en el abastecimiento del hidrocarburo, es necesario que México sea capaz de desarrollar su propia tecnología, a través de un estudio de los diferentes sistemas de extracción, producción y almacenamiento (FPSO) utilizando las experiencias de otros países, para modelar y simular y así desarrollar las condiciones de trabajo óptimas en este ambiente operacional, de cada uno de los

componentes que influyen en el desempeño del equipo[10].

### CONCLUSIÓN

Aunque el declive de la producción en los pozos petroleros, pronostica un des-abasto del hidrocarburo a corto plazo, en México, los hallazgos de reservas del hidrocarburo encontradas en el Golfo de México, indican que a través de una administración eficiente y racionada, este no será a corto plazo el principal problema que el país enfrenta. De hecho, el principal problema al que nos enfrentamos, es a la adecuación e implementación de la tecnología necesaria para la extracción de crudo en aguas profundas, la cual le dará estabilidad a la producción del petróleo y gas que el país requiere.

### Bibliografía

[1] *Garduño Roberto (12 Septiembre 2004) "Descapitalizadas, CFE y PEMEX seguirán como eje del ingreso fiscal" La Jornada*

[2] *Olguín Sánchez Jesús (30 Agosto del 2006) "Invierte PEMEX 700 mdd en barco petrolero" Notimex*

[3] *Rodríguez Israel (13 Junio 2006) "Descubre PEMEX el primer yacimiento de gas en aguas profundas del golfo" La Jornada, No. 7831 pg. 22*

[4] *Téllez Ocampo Edgar(2007) "Mas allá del cenit petrolero". Energía a debate. Tomo IV- No. 19, pg. 16-17*

[5] *(5de Septiembre del 2006) Notimex / Intelite*

[6] *UKOOA Guidance Note; Doc. No.2-1-4-221*

[7] [www.ecopetrol.com.co/especiales/estadisticas2](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/estadisticas2)

[8] [www.ukooa.com](http://www.ukooa.com)

[9] <http://www.bluemarine.com.mx/esp/index.html>

[10] <http://www.oilandgas.org.uk/issues/fpsos/standards.htm#pdfs>

## Crea investigador mexicano vehículo para discapacitados

Berlín, 3 de septiembre. El investigador mexicano Raúl Rojas y un grupo de estudiantes crearon el automóvil Espíritu de Berlín, destinado a personas con alguna discapacidad, con el que esperan ganar la competencia de automoción Urban Challenge. El automóvil Espíritu de Berlín es un vehículo desarrollado con una tecnología que, a mediano plazo, aumentará la independencia de personas con discapacidad, dijo el investigador mexicano en declaraciones a Notimex.

Rojas, director de Inteligencia Artificial de la Universidad Libre de Berlín, señaló que el equipo se encuentra muy satisfecho por llegar a las semifinales del campeonato, a las que pasaron sólo 36 de los 87 proyectos presentados. Previamente se seleccionaron 53 proyectos, estudiando los vehículos a distancia, pero en junio el equipo de estudiantes alemanes dirigido por Rojas tuvo que desplazarse a Estados Unidos para mostrar el Espíritu de Berlín y someterlo a varias pruebas. El coche se encuentra en Texas, donde la organizadora de la competencia, la agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés), lo sometió a diversas pruebas durante cuatro horas, que proporcionaron los puntos necesarios para pasar a semifinales.

“El coche tuvo que dar la vuelta a edificios, evadir el tráfico, detenerse correctamente y actuar de acuerdo con las normas de tráfico en los cruces de caminos –en Estados Unidos, el que primero llega al cruce–, cediendo correctamente la prioridad, además de encontrar caminos alternativos ante calles cerradas.”

En octubre próximo se celebrará la semifinal en el circuito de una antigua base militar en Westlake Village, California, de la que saldrán seleccionados 20 vehículos para la gran final.

### Proyecto de 204 mil dólares

El proyecto de la Universidad Libre de Berlín fue subvencionado por la Sociedad Alemana de Investigación (DFG), y su presupuesto global fue de sólo 150 mil euros (204 mil dólares).

“Nosotros estamos más que satisfechos, pues nuestra intención era llegar al menos a semifinales y ya lo hemos logrado”, afirmó Rojas.

Las pruebas que deberá superar el Espíritu de Berlín serán más duras en el circuito de octubre y habrá retos adicionales en Westlake Valley: el principal, que nadie conoce el terreno, explicó Rojas. El automóvil está dotado con un sistema de navegación GPS con un mapa de las calles, pero enfrenta varios metros de imprecisión, señaló. Por ello, es vital el papel que juegan la cámara de video y el láser.

“Las cámaras de video determinan el color del suelo que el coche tiene delante: por ejemplo, si se detecta el color del asfalto, la computadora que maneja el coche es capaz de saber la dirección de la calle y hacia dónde dirigir el volante”, informó.

“El láser situado en la parte delantera detecta los obstáculos hasta una distancia de 100 metros, es como una especie de bastón de ciego que funciona enviando un pulso de luz para que el objeto más cercano la refleje”.

Notimex , La Jornada, 4/09/2003

## **Impulsan legisladores la Feria de Ciencia y Tecnología en San Lázaro**

Reconocen diputados los magros recursos económicos que se destinan al sector

Proponen incrementar el presupuesto del sector hasta uno por ciento del PIB

“La ciencia y la tecnología no existen como tema en la agenda de prioridades para el desarrollo del país; hay desarticulación y uno de los grandes problemas es que no hay vinculación entre los centros de investigación y el sector productivo; en el seno de la propia Cámara de Diputados encontramos que no existe la suficiente información sobre la fortaleza que tenemos dentro de lo que es la promoción de ambas ramas”, expresó en entrevista la diputada presidenta de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la 60 Legislatura, Silvia Luna.

Aunado a lo anterior, agregó, “existe la lectura de que no hay la suficiente transparencia y rendición de cuentas de lo poco que se invierte en ciencia y tecnología. En este contexto, nos dimos a la tarea de convocar a todos aquellos que están realizando investigación y que están generando tecnología para que en la Feria de Ciencia y Tecnología expongan proyectos exitosos”.

La feria se efectuará a partir de hoy y hasta el 20 de septiembre, de 9 a 18 horas, en la Cámara de Diputados, con conferencias magistrales, mesas de trabajo, videoconferencias y una magna exposición. Está abierta a todo el público. La diputada Luna añadió: “tenemos altas posibilidades de éxito porque han acudido todos los convocados: del sector académico y productivo, científicos y tecnólogos, instituciones educativas, etcétera. Eso nos va a permitir que se conozcan entre ellos y

veamos el potencial al establecer la vinculación que se requiere.

“Los propios legisladores tendrán una lectura de que con los limitados recursos que han estado dando a la investigación, la ciencia y la tecnología, existe, por fortuna, quien entrega su mejor esfuerzo en este proyecto para México, y ahí vamos a encontrar una rendición de cuentas a la sociedad de lo que está haciendo el país en esta materia.

“Éste es un renglón para que México pueda ser competitivo. Seguramente para algunos hablar de competitividad tendría un rango meramente economicista, pero no, para nosotros el que México sea competitivo significa generar empleos bien pagados, y esto nos tiene que llevar a un desarrollo social, al bienestar de la ciudadanía y a buscar la manera de que el ingreso del país tenga una distribución más equitativa”.

Lamentó que en el presupuesto del año pasado le haya ido mal al sector, “para arrancar el sexenio; estamos hablando de que se le destinó 0.33 por ciento del PIB; la propia Ley de Ciencia y Tecnología estipula que un país como el nuestro debe destinar, por lo menos, el uno por ciento del PIB; sin embargo, creemos que en el ejercicio presupuestal de este año, una vez que pudimos platicar con el presidente Felipe Calderón, y le dijimos cuál es la preocupación que tiene la comunidad, y cuál había sido la lectura de desaliento cuando vieron el presupuesto 2007; creo que logramos que fuera comprensivo y sensible. En este presupuesto, de entrada, no tenemos lo que quisiéramos, pero sí un avance considerable en relación con el presupuesto 2007”.

### **Batalla legislativa**

“Todavía estaremos dando la batalla en la reasignación presupuestal que tiene la

obligación de hacer la Cámara, y contamos con el apoyo de los coordinadores de los diversos grupos parlamentarios para buscar de qué manera le agregamos un poco más de lo que propuso el Ejecutivo. El fin es lograr el uno por ciento del PIB, por lo menos”.

El programa de la feria empezará hoy a las 9 horas con la inauguración; luego una conferencia a cargo de Juan Carlo Romero, director general del Conacyt, sobre la política pública en ciencia y tecnología; posteriormente una serie de mesas redondas, una de ellas en torno a la vinculación de estas ramas con el desarrollo de México.

Anunció que tienen prevista la visita de alumnos desde educación básica hasta preparatoria, “para que vayan enamorándose de la ciencia y la tecnología. Está dedicada a la población en general, por supuesto”.

Para consultar el programa completo:  
<http://www.feriade-ciencia-y-tecnologia.com.mx/>

Arturo Cruz Bárcenas, La Jornada,  
18/09/2007

## **La ciencia no sirve para ganarse la vida, prejuicio de los mexicanos**

El país carece de una política estructurada en esta materia, dice Julia Tagüeña

El gobierno debe destinar más recursos y plantear una estrategia para los próximos 30 años

México carece de una política estructurada en ciencia y tecnología, tiene un exiguo presupuesto destinado a este sector –canaliza 0.46 por ciento del PIB– y padece escasa “cultura científica”, señaló Julia Tagüeña, titular de museos de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la Universidad

Nacional Autónoma de México (UNAM), quien sostuvo que para lograr el despegue en esta área se deben destinar mayores recursos gubernamentales y privados, y establecer una estrategia a largo plazo: dos o tres décadas. “El gobierno tiene que apostar no a su sexenio, sino a un proyecto de muy largo plazo”, apuntó al exponer el caso de Suecia, donde se plantearon esquemas estructurados que ya rinden frutos. Esta nación europea tiene uno de los mayores porcentajes de inversión en esta materia.

Según datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) Suecia destinó en la última evaluación de la OCDE 3.98 por ciento de su PIB a ciencia, lo que equivale a más de mil 150 dólares per cápita en gasto e investigación y desarrollo experimental (GIDE). En circunstancias similares se encuentran Finlandia, Japón, Corea y Estados Unidos.

## **Papel preponderante**

En entrevista, al concluir la ceremonia conmemorativa de los 20 años de la edición de la serie *La ciencia para todos*, del Fondo de Cultura Económica, que en ese periodo ha publicado 214 ¿? títulos, la experta se refirió al hecho de que a los mexicanos les “gusta la ciencia, pero a la familia media no le interesa que sus hijos sean científicos(as) porque consideran que son otras las carreras que les sirven para ganarse la vida; existe un prejuicio que hay que desterrar”, comentó.

Asimismo, refirió que en el país (en los niveles medios, por ejemplo) la enseñanza de la ciencia no tiene un papel preponderante ni mucho menos se enseña de manera didáctica, y sostuvo que ese importante vacío muchas veces lo pueden llenar espacios como los museos interactivos.

“Hay que pugnar por ofrecer a los maestros acciones didácticas que vuelvan la enseñanza

formal mucho más atractiva. Ahí entran los museos, que pueden ser un apoyo motivador; por ejemplo, nosotros tenemos Universum, donde recibimos continuamente a grupos. El museo puede ser un foro de apoyo a la enseñanza formal. Las revistas y publicaciones e inclusive otros medios de comunicación pueden incidir en que la ciencia se vea atractiva.”

La también investigadora titular C del Centro de Investigaciones en Energía de la UNAM e investigadora nivel II del Sistema Nacional de Investigadores insistió en que el escaso avance de la ciencia y tecnología en el país no sólo se explica por el bajo presupuesto destinado al rubro, sino también por la “insuficiente” cultura científica que posee el país, y resaltó que el gobierno debe poner mayor énfasis en la divulgación de la ciencia, pues ésta puede desempeñar un papel importante en la sociedad, la cual “si está enterada de la importancia de la ciencia para el progreso del país se va a sentir más motivada para dirigir a sus hijos hacia ella; generar esa cultura científica nos va a convertir en un país diferente”.

No obstante, insistió en que lograr lo anterior lleva tiempo, y “muchas veces este país no se da ese tiempo, se quiere sacar todo rapidísimo”.

### **Patentes y publicaciones**

En este sentido, destacó lo hecho por países como Brasil, el cual invierte casi uno por ciento de su PIB en ciencia y tecnología y además ha logrado que las empresas privadas aporten casi la mitad de esos recursos. Citó también el caso de Corea; “hace 30 o 40 años estábamos idénticos, y ahora ha despegado de manera impresionante porque la política nacional apoyó el desarrollo de la ciencia y la tecnología, al grado que ese país destina alrededor de 2.7 por ciento de su PIB a esta materia”.

Según la experta, en México hay que “democratizar la ciencia” a fin de que no esté en manos de unos cuantos, pues ello también limita el avance científico y tecnológico e impide contar con mayor número de patentes y publicaciones.

Sobre este punto precisó que mientras Estados Unidos cuenta con 34 por ciento de las publicaciones científicas del mundo, Brasil, cuenta con 1.33, Corea del Sur 1.71 y México 0.64 por ciento.

Esto –sostuvo– no quiere decir que en el país haya científicos de bajo nivel –todo lo contrario, los que hay son muy buenos–, sino que su escasez en comparación con el número de habitantes del país es lo que hace la diferencia.

Mientras en México existen poco más de 46 mil personas dedicadas de tiempo completo a la investigación científica, en Brasil son 117 mil y en Estados Unidos más de un millón 260 mil y en Japón más de 880 mil.

Carolina Gómez Mena, La Jornada, 20/09/2007

### **La ciencia mexicana no vale para el gobierno “ni medio centavo”**

Desde hace 30 años no se funda una universidad “seria” en el país, reclama el FCCT

En los países desarrollados es un asunto de supervivencia, señala Arturo Menchaca Rocha

Mariana Norandi (Enviada)

La ciencia en México es vista como cuestión cultural y no como asunto de supervivencia, afirmó el Premio Nacional de Ciencias y Artes, Arturo Menchaca Rocha, en el

contexto del quinto Seminario Regional de Innovación, organizado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT).

“En los países desarrollados, aquéllos a los que intentamos pertenecer, cualquier amenaza al mercado de la ciencia se ve como una cuestión de supervivencia y no como un problema cultural. En cambio, en México, ciencia, arte y cultura se encajonan en el mismo nivel. Por consecuencia, la ciencia mexicana no vale ni medio centavo, porque de cada peso que gana el país, menos de 0.005 por ciento se invierte en ciencia.”

Agregó que en México existe un desequilibrio entre ciencia y tecnología, explicó que la ciencia tiene buen nivel, mientras que la tecnología es inferior porque tiene que competir en una “guerra económica” y, además, porque en la sociedad mexicana persiste la costumbre de comprar tecnología foránea. Por tanto, señaló, científicos y tecnólogos deben unirse y romper con ese desequilibrio.

El presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Juan Pedro Laclette San Román, sostuvo que es alentadora la propuesta del gobierno federal de incrementar en 14.5 por ciento el presupuesto para ciencia y tecnología, sin embargo, es “insuficiente”, dado el deterioro acumulado en el sector en años recientes. Por ello, la AMC propuso que dicho incremento sea de 18 por ciento para empezar a recuperar la inversión que se tenía hace siete años.

### **Urgen consensos**

Por otro lado, Laclette San Román confía en que así como los tres principales partidos políticos del país lograron un consenso en materia electoral, lleguen también a un acuerdo para apoyar la propuesta del Ejecutivo federal de incrementar el

presupuesto para ciencia y tecnología del próximo año.

“Quiero pensar que pueden alcanzar un consenso y mantener el incremento para este sector, ya que, como se ha visto en años anteriores, las propuestas que se manejan en los meses de septiembre y octubre, se desvanecen en noviembre.”

Asimismo, el científico destacó la importancia de que por primera vez ciencia y tecnología estén incluidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) porque esta inserción vuelve el tema “obligatorio” en la agenda pública.

Por su parte, el presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado del República, Francisco Castellón Fonseca, expuso cuatro vías principales por donde debería apuntar la política pública en esa materia. En primer lugar, indicó la importancia de evaluar las políticas educativas, es decir, definir hacia dónde debe dirigirse la educación del país, desde el nivel básico hasta el superior.

En segundo lugar, mencionó la necesidad de diseñar una política de “detección de talentos” en todas las ramas de la ciencia y, de manera especial, en la ciencia básica. También se refirió a la urgencia de fortalecer las instituciones de enseñanza e investigación científica, lo cual, agregó, necesariamente implica un aumento presupuestal. Finalmente, expresó que para el desarrollo de una verdadera política pública en estos campos se requiere de voluntad política en todos los niveles de gobierno.

En tanto, el senador Castellón propuso que, de ratificarse en los estados la reforma electoral, el ahorro en el presupuesto público que se obtenga por la reducción de inversión propagandística en medios de comunicación, se destine a la difusión de ciencia y

tecnología, porque en la sociedad existe un gran desconocimiento de los avances.

El coordinador general del FCCT, José Luis Fernández Zayas, subrayó el rezago que existe en México en educación y ciencia. Dijo que desde hace 30 años no se funda una universidad “seria” en el país, y la edad promedio de investigadores a escala nacional es de 54 años, cuando en países como Corea o Chile, es de 30 años. “No hay jóvenes que se integren a la investigación y los que lo hacen les cuesta mucho, eso nos lleva a depender cada vez más de talentos extranjeros”.

Finalmente, informó que de los 2 mil estudiantes que cada año cursan posgrados, más de la mitad abandona el país, principalmente para trabajar en Europa, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda.

En este foro surgieron varias diferencias entre la comunidad científica, como aquella que giró en torno a si ésta debe o no involucrarse en la tecnología. Sin embargo, hubo coincidencias y, en este sentido, uno de los aspectos en donde predominó mayor consenso fue en el de subrayar la necesidad que existe en México de reforzar las relaciones entre los sectores gubernamental, científico y empresarial, como una vía inevitable para impulsar el desarrollo nacional.

La Jornada, 26/09/2007

### **Premian a mexicano por sus propuestas sobre bioética**

Washington, 2 de octubre. El médico mexicano Jorge Alberto Álvarez Díaz recibió el lunes el premio Manuel Velasco Suárez por sus propuestas en investigaciones en el avance del campo de la bioética en América Latina. El galardón reconoce un estudio

propuesto por Álvarez Díaz para desarrollar un análisis sobre las actitudes de las parejas latinoamericanas que buscan servicios reproductivos y la preservación de embriones humanos. El médico busca elaborar un plan que permita crear comités de bioética en los países de América Latina que preservan embriones. La bioética se define como el estudio de las consecuencias morales de los descubrimientos médicos, en especial en áreas como la genética y la reproducción humana. El reconocimiento, que fue otorgada a Álvarez Díaz en el contexto de la reunión anual de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), está acompañado de una donación para el desarrollo del estudio.

Notimex, La Jornada, 3/10/2007

### **Diseñan en la UdeG vacuna madre para prevenir el lupus**

Mónica Vázquez del Mercado encabeza la investigación desde hace cuatro años

En fase de experimentación en ratones, permite avanzar en el conocimiento de ese mal, “que cada vez es más común y cuyas posibles causas son factores genéticos y ambientales”, expone

Guadalajara, Jal., 30 de octubre. De origen desconocido, pese a afectar a entre uno y cinco por ciento de la población mundial, el lupus erimatoso sistémico es una enfermedad autoinmune crónica, que genera la inflamación de tejidos y órganos debido a que el sistema inmunológico no reconoce las células del cuerpo y las ataca.

Y aunque se estima que nueve de cada 10 personas afectadas son mujeres, la enfermedad se presenta también en hombres, desde el nacimiento hasta la vida adulta; no obstante, el periodo de mayor riesgo es la

etapa reproductiva, cuando la frecuencia de casos es de 12 mujeres por cada hombre.

Mónica Vázquez del Mercado, directora del Instituto de Reumatología de la Universidad de Guadalajara (UdeG) y experta en el estudio de lupus en México, destacó que en 99 por ciento de los casos quienes padecen la enfermedad sufren síntomas como fiebres sin causa infecciosa, dolores articulares, cansancio, fatiga extrema y, en ocasiones, pérdida del cabello.

El lupus también es considerado una enfermedad multifactorial e incurable, caracterizada por ser de difícil diagnóstico, ya que sus síntomas pueden confundirse con los de otros padecimientos, lo que hace aún más “problemático detectarla en sus primeras etapas”.

Destacó que hasta hace pocos años los pacientes de lupus enfrentaban un panorama “más desalentador, porque no había muchas alternativas farmacológicas para atender los síntomas más molestos y dolorosos”. Sin embargo, dijo, hoy día se realizan nuevas investigaciones, como el desarrollo de una vacuna experimental, denominada Sm RNP murina, en el Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la UdeG.

Señaló que luego de realizar una estancia posdoctoral en la Universidad de Standford, Estados Unidos, aprendió “a desarrollar este tipo de vacunas experimentales, y desde hace más de cuatro años trabajo con un equipo de expertos en la UdeG en el desarrollo de una vacuna madre que nos permite experimentar en ratones y avanzar en el conocimiento de la enfermedad”.

Si bien reconoció que no existe fecha precisa para tener una vacuna que garantice la prevención de la enfermedad, “lo más relevante es que damos pasos importantes para atender un padecimiento, que cada vez

es más común, y que tiene entre sus posibles causas factores genéticos, pero también ambientales”.

La investigadora de la UdeG aseguró que sólo en uno por ciento de los casos el lupus es mortal, y agregó que las principales causas de muerte son las enfermedades infecciosas, pues “normalmente una persona con lupus tendrá el sistema inmune deprimido, ya que los fármacos, en particular la cortisona, tienen como objetivo atacar el sistema inmunológico”.

Otra de las causas de muerte, indicó, son las complicaciones cardiovasculares, aunque también destacó efectos secundarios del consumo de cortisona, como diabetes, osteoporosis y glaucoma.

No obstante, insistió en que diagnosticar a tiempo “permite que el paciente tenga buenas expectativas de vida, aunque los problemas que debemos enfrentar son sensibilizar a la población sobre las características de esta enfermedad y a los médicos de primera línea, es decir, de familia, que son quienes deberán detectar los primeros síntomas del padecimiento”.

Debido a que el lupus puede aparecer en cualquier etapa de la vida, destacó que investigaciones recientes han puesto en evidencia el “importante papel de las hormonas, en particular el estrógeno, ya que se sabe que es durante el embarazo cuando se tienen mayores posibilidades de manifestar la enfermedad, en el caso de que sea un paciente con factor genético latente”.

### **Enigmas**

Vázquez del Mercado reconoció que el lupus aún guarda “muchos enigmas, porque no sabemos qué la ocasiona y además su evolución es distinta en cada paciente; es decir, puede atacar de manera muy distinta y

a diferentes órganos vitales, pero también pueden ser más o menos intensos los episodios, dependiendo del caso”.

Destacó que entre los síntomas más comunes están las manchas rojas, conocidas como alas de mariposa, “porque se distribuyen en las mejillas y el puente de la nariz o en otras partes del cuerpo, como cuello, brazos, piernas, a lo que se suman alternaciones inmunológicas, que no son más que la presencia de anticuerpos en contra de las propias células”.

Laura Poy Solano (Enviada), La Jornada,  
31/10/2007

## Nuevas claves para descifrar la misteriosa muerte de abejas

Organismos genéticamente modificados y pesticidas, en la mira de investigadores

Un virus sería la causa de la masiva desaparición de los insectos, creen en EU

El ácaro varroa es otro de los sospechosos de provocar la mortandad de las abejas al deprimir su defensas y hacerlas susceptibles a ser infectadas por otros organismos

El virus agudo de la parálisis de Israel (IAPV, por sus siglas en inglés) tiene “una fuerte correlación con las muertes masivas de abejas”, informó un equipo de científicos en Estados Unidos creado para investigar la desaparición de los himenópteros que afecta a numerosos países, pero principalmente a Estados Unidos.

Sin embargo, advirtió que no ha sido resuelto el misterio. Este hallazgo simplemente aporta información adicional. Ahora, los investigadores intentarán infectar colonias de abejas que tienen el síndrome.

En un artículo subido a la red el pasado 6 de septiembre en *Science Express* (la versión electrónica de la revista *Science*), los investigadores –entre quienes destacan Diana Cox-Foster, profesora del Departamento de Entomología en la Universidad Estatal de Pennsylvania, y W. Ian Lipkin, profesor de epidemiología, neurología y patología en la Universidad de Columbia–, revelaron que secuenciaron el material genético en los himenópteros para tratar de encontrar un potencial patógeno (lo lograron gracias a que recién se completó el genoma de la abeja).

A la fecha, el llamado síndrome de colapso de las colmenas (CCD, por sus siglas en inglés) ha sido detectado en 27 estados, según

Bee Alert Technology Inc., una compañía que supervisa el problema.

Si bien el CCD fue reconocido en 2006, los apicultores reportaban reducciones en sus colmenas desde 2004.

En un boletín de prensa de la Universidad Estatal de Pennsylvania, fechado el 6 de septiembre, el equipo investigador estima que 23 por ciento de la apicultura comercial estadounidense sufrió el CCD durante el invierno de 2006-2007.

Hace unos meses hubo toda clase de elucubraciones respecto de las desapariciones: cultivos genéticamente modificados, plaguicidas, pesticidas, un parásito intestinal, las ondas de los celulares, el estrés provocado por las migraciones a las que son sometidas por los apicultores, el cambio climático, los cables de alto voltaje, un complot de Rusia o de Osama Bin Laden y hasta que Dios las llamó de regreso al cielo.

### Refutan tesis española

En un principio, el equipo de científicos se enfocaba en estas hipótesis: un virus, un hongo o un pesticida. Y se preguntaba por qué abandonan las colmenas y dónde mueren, porque no encuentran los restos de los himenópteros. El estudio publicado en *Science* descarta la contribución significativa de la bacteria *Nosema ceranae* al riesgo del CCD, como había anunciado el Centro Apícola de Marchamalo, en España.

Según el diario inglés *The Independent*, “otro de los investigadores de los colapsos, Dennis van Engelsdorp, un especialista en abejas del estado de Pennsylvania, dijo que era posible que éstas huyeran de las colonias porque percibían que estaban infectadas o de alguna manera afectadas. Este comportamiento también se ha registrado en otros insectos sociales, como las hormigas”.

## Colonias tóxicas

Además, otros insectos no se acercan a las colmenas abandonadas. “Esto sugiere que hay algo tóxico en la colonia, que los repele”, dijo Cox-Foster.

Lo cual sería compatible con algo que ahora descubrió el equipo en el que trabaja Cox-Foster: sospechan de un patógeno porque una vez que la colmena es irradiada y por tanto estéril, las abejas aceptan vivir ahí.

Por otro lado, también se menciona la posibilidad de que tenga que ver con Australia: Estados Unidos permitió la importación de abejas de aquella nación a partir de 2004, tiempo que coincide con los primeros reportes del síndrome, explicó el boletín de prensa. Ese mismo año apareció el IAPV, cuyos síntomas son alas que se encogen, parálisis progresiva y abejas muriendo fuera de la colmena, según investigadores israelíes. El boletín dice que “si bien no parecen ser los mismos síntomas del síndrome, podría reflejar una diferente variedad del virus, una coinfección con algún otro patógeno o la presencia de otros factores estresantes”.

## Descartan especialistas que exista un riesgo inminente para los productores mexicanos

A raíz de la desaparición de abejas en varios países, especialistas consultados por este diario descartaron que en nuestro país ocurra lo mismo.

Hasta la fecha, en México, sexto país productor y tercer exportador de miel, no se han reportado síntomas del síndrome de colapso de las colmenas, dicen Rémy Vandame y Rogel Villanueva Gutiérrez, investigadores del Colegio de la Frontera Sur, en un documento escrito tras las consultas de este diario.

Puede ocurrir, pero, al parecer, no hay un riesgo inminente.

La ausencia del síndrome lo confirmaron con Salvador Cajero Avelar, director del Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

En cuanto a lo dado a conocer por la revista *Science*, Rémy Vandame señaló que “falta todavía tiempo y experiencia para evaluar hasta qué punto el descubrir este virus aportará información valiosa y útil sobre las causas del síndrome de colapso de las colmenas (CCD, por sus siglas en inglés)”.

Informó que “muchos investigadores mencionaron que con estos datos no es posible concluir si la presencia del virus es una causa o un efecto de la muerte de las colmenas”.

Vandame coincide con este planteamiento: “nada permite descartar que este virus se desarrolle en la colmena y en las abejas cuando éstas están ya muy débiles o incluso muertas”.

Sobre esta nueva información concluyó que “sólo con más trabajos y más observaciones se podrá determinar si este nuevo virus (uno de cientos que se encuentran en las abejas, la gran mayoría benignos) afecta a las colmenas y las lleva a la muerte”.

Los especialistas sugieren que en Estados Unidos la creciente mortalidad podría reflejar “un aceleramiento de problemas anteriores”, más que algo nuevo. Problemas que tienen que ver con “alguna práctica de la agricultura intensiva”. Y, de ser así, los riesgos para México son menores, dado que nuestra agricultura es globalmente más extensiva, es decir, la miel “se produce en gran parte por

campesinos de los estados con mayor marginación en el sureste”.

### **Dulce producción**

Si a usted no le gusta la miel, ¿por qué habría de importarle que se mueran las abejas? Porque son las principales polinizadoras de una enorme cantidad de cultivos. “Expertos de la Universidad de Cornell estimaron que, en Estados Unidos, las abejas generan 14.6 mil millones de dólares con la polinización de frutas y legumbres y árboles de almendra”, se lee en el texto de Vandame y Villanueva, titulado “El colapso de las colmenas de abejas en Estados Unidos y los posibles riesgos para México” ([www.ecosur.mx](http://www.ecosur.mx)).

Además, “las abejas se pueden tomar como un modelo de lo que pasa con los insectos en general”. O sea, podrían ser la manifestación de una amenaza generalizada a la biodiversidad.

Los investigadores mexicanos recordaron el contexto: “durante los últimos meses de 2006 y lo que va de 2007 (hasta mayo), los apicultores de Estados Unidos reportaron un fenómeno drástico de mortalidad de sus colonias de abejas”. Al parecer, se trata de la mayor mortalidad de himenópteros en la historia de aquel país. Según el Subcomité de Agricultura del Gobierno de Estados Unidos, los apicultores que practican una producción migratoria con fines de polinización han reportado fuertes pérdidas, de entre 50 y 90 por ciento de sus colonias, principalmente en California, Florida, Oklahoma y Texas. Se trata de apicultores que van de cultivo en cultivo alquilando sus abejas para que trabajen como polinizadoras. Estas son transportadas la mayoría de las veces en condiciones estresantes para los insectos.

En Europa, principalmente en España y Francia, también ha habido mortalidad de abejas, pero mucho menor. Los

investigadores dicen que se ha mencionado que existe el síndrome en Canadá y Brasil, pero que no hay reportes de los apicultores.

Desde hace 20 o 30 años –recuerdan– se han reportado muertes de colonias de abejas en Europa, y comúnmente se dice que es por el avance de la frontera agrícola, la deforestación y el creciente desarrollo urbano, y también por ciertas enfermedades, como el ácaro varroa destructor y debido a la intoxicación por pesticidas.

### **Múltiples sospechosos**

Si bien el IAPV arroja luz en el problema, siguen siendo posibles varias otras razones de la mortandad, entre ellas, algunas prácticas agrícolas.

En particular, los organismos genéticamente modificados (OGM) y los pesticidas podrían afectar a las abejas. Los investigadores mexicanos señalan que no hay un estudio que muestre un claro efecto del maíz o algodón OGM sobre los himenópteros, pero que, en casos particulares sí se ha visto una baja de las defensas inmunológicas cuando colectan el polen de tales plantas. Los mexicanos sugieren que se requiere más investigación respecto de los OGM, opinión compartida con muchos otros especialistas.

En cuanto a los pesticidas, explican que “antes de la comercialización de un insecticida sólo se requiere determinar el efecto letal sobre las abejas, pero no los efectos subletales”, como la pérdida de orientación espacial.

“Durante la década anterior, en Francia, los apicultores han sido muy críticos de dos pesticidas: el imidacloprid (de la familia de los neonicotinoides) y el fipronil (de la familia de los phenylpyrazoles)”; lograron que se retirara la autorización de comercializarlos.

En los lugares donde se realiza agricultura intensiva, aún parecen tener problemas; en cambio, en las zonas montañosas no. “Esto da a pensar que el problema de la mortalidad de abejas está efectivamente ligado con alguna práctica de la agricultura intensiva”, explica Rémy Vandame, quien actualmente está en el Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA, por sus siglas en francés), en Montpellier, Francia.

### **Prácticas humanas**

Además del IAPV, al parecer, otro factor común es que el colapso se ha limitado a “zonas de agricultura intensiva”. O sea, “su origen posiblemente radica en las prácticas humanas”.

Tania Molina Ramírez, La Jornada,  
11/09/2007

### **Ante el cambio climático “lo que falta es tiempo”, advierte Ban Ki Moon**

Es un problema generacional y global, reconoce Condoleezza Rice

El desafío es transformar la preocupación en consenso sobre las medidas a tomar, dijo

Varios iceberg flotan en la bahía de la isla de Ammassalik, en Groenlandia. Ban Ki Moon, secretario general de la ONU, advirtió a 80 jefes de gobierno y de Estado: “tienen el futuro en sus manos”, respecto del cambio climático

Nueva York, 24 de septiembre. Con la afirmación de que “lo que falta es tiempo”, formulada por el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Ban Ki Moon, abrió hoy una cumbre sobre cambio climático de ese organismo

internacional, en la que participaron 80 jefes de Estado y de gobierno.

Según Ki Moon, la reunión de este lunes deberá servir para dar impulso al cónclave sobre el tema que se celebrará en Bali, Indonesia, en diciembre próximo. “Nuestro desafío inmediato es transformar la preocupación compartida en consenso sobre cómo avanzar”, dijo el diplomático.

Añadió que los líderes reunidos en Nueva York “tienen el futuro en sus manos” y deben guiarse “por el hecho real de que la inacción será la acción más costosa en el largo plazo”.

Por otro lado, el presidente de la Asamblea General de la ONU, Srgjam Kerim, declaró que “la ciencia es clara y no deja dudas” sobre el avance del cambio climático y la necesidad de detenerlo. “Más allá del impacto en los ecosistemas, en la economía y en las comunidades de todas partes, tenemos una obligación moral para con otros seres humanos”, remató, refiriéndose al hecho de que los países más afectados por el deterioro atmosférico son los menos industrializados y los que tienen una menor responsabilidad en el fenómeno.

Los presidentes y primeros ministros reunidos respondieron al desafío, al menos de palabra. Condoleezza Rice, jefa del Departamento de Estado de Estados Unidos, acudió en representación del presidente George W. Bush y declaró que “el cambio climático es un desafío generacional y global”.

Rice afirmó también que los esfuerzos de su país “están centrados en la transformación tecnológica”, aunque el gobierno al que representa se ha negado a ratificar el Protocolo de Kyoto, que limita las emisiones de gases de efecto invernadero.

El presidente francés, Nicolas Sarkozy, dijo que “no se puede seguir vacilando” sobre el tema, y advirtió que “simplemente no se debe llegar al punto de no retorno” en la materia. En el mismo tono, el presidente del gobierno español, José Luis Rodríguez Zapatero, señaló que “es necesario poner en marcha un plan integral para la lucha contra el cambio climático”, al tiempo que pidió a “todos los países” que apoyen el liderazgo de la ONU en los esfuerzos para frenar el fenómeno.

### **Ecología y deuda**

Los presidentes latinoamericanos, por su parte, pidieron a los líderes del primer mundo que asuman un compromiso claro. El presidente de Argentina, Néstor Kirchner, reclamó a los asistentes a la cumbre que generen “medios financieros y tecnológicos, nuevos y creativos” para enfrentar el deterioro ambiental. Asimismo, pidió que se reconozca “como mecanismo de pago de la deuda externa la contribución que implica mantener las reservas naturales”.

El presidente brasileño, Luiz Inácio Lula da Silva, por su parte, aseguró que Brasil ha hecho un buen trabajo en la materia. Según él, “el área deforestada en el país cayó de 27 mil kilómetros cuadrados en 2004 a 14 mil en 2006”, lo que habría evitado la emisión de 410 millones de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera.

Dpa, Afp y Reuters, La Jornada, 25/09/2007

### **Brasil vigila la Amazonia con satélites chinos**

La herramienta da servicios gratuitos a la región

Brasilia, 27 de septiembre. Los satélites chino-brasileños de observación, el tercero de ellos lanzado hace una semana desde China, se convirtieron en una súper herramienta para

el control ambiental de la Amazonia de Brasil, y para otros usos como vigilancia de fronteras y hasta el cobro de impuestos.

El atractivo de los satélites CBERS es que sus imágenes son distribuidas gratuitamente por Internet, permitiendo los más diversos usos. Sólo en Brasil y sus vecinos de América Latina, esas imágenes son utilizadas por 5 mil instituciones, y el objetivo es que en 2008 estén disponibles en Centroamérica, Caribe, Africa y el sudeste asiático.

“Sería imposible tener un control ambiental de la Amazonia sin imágenes de satélite, que son la única opción para mapear de forma sistemática y confiable lo que ocurre en una región tan vasta”, explicó Gilberto Cámara, director del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales.

El satélite permite detectar casi en tiempo real las irregularidades en la mayor selva tropical del planeta, amenazada por madereros, buscadores ilegales de metales y piedras preciosas (*garimpeiros*), agricultores y narcotraficantes. Con ese sistema, en dos años, Brasil ha conseguido reducir 52 por ciento la deforestación amazónica.

El satélite es considerado por las autoridades brasileñas un exitoso ejemplo de cooperación sur-sur en alta tecnología. Fruto de un acuerdo entre China y Brasil en 1988, este fue el tercer CBERS lanzado; el primero data de 1999 y el segundo de 2003, con 70 por ciento de aporte chino y 30 por ciento brasileño.

Depender de la compra de imágenes de otros satélites es prohibitivo para instituciones de países en desarrollo, señala el director del gubernamental Sistema de Protección de la Amazonia, Wougran Galvao. Ejemplo de ello, afirma, es que su propia institución no tiene fondos para comprar imágenes satelitales de radar, que el CBERS no

proporciona y que son las únicas que permiten observar la Tierra cuando está cubierta de nubes. *Garimpeiros, narcos* y madereros saben “que pasamos meses medio ciegos”, cuando la Amazonia está cubierta de nubes, dice Galvao. Brasil está desarrollando, con la Agencia Espacial Alemana, una cámara radar para un proyecto de satélite 100 por ciento brasileño.

El CBERS está siendo utilizado en varios campos. Por ejemplo, los grandes hacendados del céntrico estado de Goiás reciben la notificación de su contribución al fisco con una imagen del CBERS: “Usamos esas imágenes para medir el límite de cada propiedad e identificar quién está cultivando qué, cosecha a cosecha, y con eso calculamos la contribución”, explica el coordinador de geoprocesamiento de la Secretaría de Hacienda de Goiás, Geraldo Pacheco.

Afp, La jornada, 26/09/2007

### **Aumenta 40 por ciento el índice de niños chinos con defectos congénitos**

El problema, relacionado con la contaminación ambiental, según funcionarios

Alto número de bebés en esas condiciones morirán, mientras otros serán discapacitados, estiman

Shanxi, provincia rica en carbón y emisiones nocivas, por arriba del promedio nacional

Según el reporte de la Comisión Nacional de Población una de cada 10 familias está afectada. En la imagen, un pequeño capta fotos de las modelos que participan en la pasarela Moda de Lencería, en Shangai

Pekín, 29 de octubre. Los defectos de nacimiento en los bebés chinos aumentaron casi 40 por ciento desde 2001, señaló un

informe de gobierno, y funcionarios relacionaron el incremento con la mayor degradación del medio ambiente.

La tasa de defectos congénitos creció de 104.9 por cada 10 mil nacimientos en 2001 hasta 145.5 en 2006, lo que implica que el problema afecta a casi una de cada 10 familias, indicó la Comisión Nacional de Población y Planificación Familiar de China en un informe publicado en su página en Internet ([www.chinapop.gov.cn](http://www.chinapop.gov.cn)).

Los bebés con defectos congénitos ahora representan “alrededor de 4 a 6 por ciento del total de nacimientos anuales”, señaló la agencia de planificación. De ellos, 30 por ciento morirían y 40 por ciento serían “discapacitado”.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que alrededor de 3 a 5 por ciento de los niños de todo el mundo nacen con defectos congénitos.

La provincia china norteña de Shanxi, rica en carbón y centro de emisiones nocivas de coque y otros derivados de industrias químicas, presenta las mayores tasas de defectos, indicó la agencia de noticias Xinhua, al citar un informe publicado el lunes por el periódico *Beijing News*. “La frecuencia de defectos de nacimiento está relacionada con la contaminación ambiental”, citó el diario a An Huanxiao, director de la agencia de planeación familiar de la provincia de Shanxi.

“Las estadísticas de sondeos muestran que los defectos congénitos en las ocho regiones carboníferas más importantes de Shanxi están muy por encima del promedio nacional”, dijo An.

El reporte señaló que entre 2 y 3 millones de bebés nacen con “defectos visibles” cada año y que entre 8 y 12 millones desarrollarían

defectos en los meses o años posteriores al nacimiento.

Los funcionarios también ligaron las altas tasas de defectos a las zonas rurales pobres y a las regiones que sufren “altas tasas de enfermedad”.

Alrededor de 460 chinos mueren prematuramente cada año por la inhalación de aire contaminado y la ingesta de agua sucia, según un estudio del Banco Mundial.

El informe llega en momentos en que Pekín intenta mejorar la calidad del aire de cara a los Juegos Olímpicos de 2008, ya que existe gran preocupación por los altos niveles de partículas contaminantes, que en algunos casos superan en 200 por ciento la cantidad recomendada.

China, hogar de algunas de las ciudades más contaminadas del mundo, se comprometió a reducir las emisiones y mejorar la calidad de su ambiente, tras décadas de acumular desechos.

No obstante, las normas locales laxas y la demanda de energía insatisfecha para alimentar el auge de la economía continúan minando los objetivos de la política ambiental.

Reuters, La Jornada, 30/10/2007