

Cultura Científica y Tecnológica

Mayo - Junio, 2005. Año 2, N° 8



CULCYT



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Felipe Fornelli Lafón
Rector

Quím. Héctor Reyes Leal
Secretario General

Dr. Gerardo Reyes Macías
Director del IIT

M.I. Alberto Rodríguez Esparza
Jefe Depto. Ing. Civil y Amb.

CULCyT

Fundador y Director Editorial

Dr. Victoriano Garza Almanza

Comité Editorial

Dr. Mohammad Badii
Dr. Pedro Cesar Cantú
MC Luis Felipe Fernández
Dra. Perla Elvia García
Dr. Victoriano Garza
Dr. Victor Hinostrza
Dr. José Mireles Jr.
Dr. Barry Thatcher
Dr. Hugo Vilchis
Dra. Leticia Villarreal

Columnas

MC Luis Felipe Fernández.
Coordinador
Dr. Victoriano Garza
Ing. Carlos Martínez
MC Gerardo Padilla
Dr. Jorge E. Rodas O.

Portada: Mary Gómez



Desierto en Azul

R. Zev

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 **CULCyT** es editada por el Programa para la Formación de Investigadores del IIT. Registro en trámite. **Oficina:** Av. del Charro 610 Nte. Edificio "E" 213-E. C.P. 32310. Cd. Juárez, Chihuahua. MÉXICO.

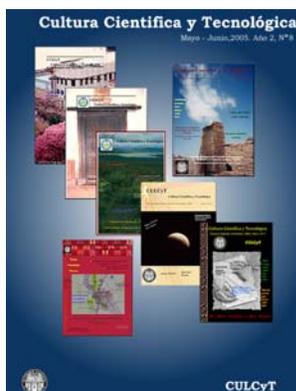
Tel/Fax (52-656) 688-48-46.

Correo electrónico: vgarza@uacj.mx y culcyt@yahoo.com.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**.

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



CULCyT

CONTENIDO

Mayo – Junio, 2005.
Año 2, N° 8

Portada: Mary Gómez

EDITORIAL		
Carta del Editor. Agua y sal		3
ARTÍCULO PRINCIPAL		
Tecnologías alternas de desalinización del acuífero del Bolsón del Hueco para el abastecimiento de agua potable a Ciudad Juárez, Chihuahua. México		4
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA		
Restauración del Río Bravo/Río Grande en el Valle de Juárez: Un análisis		16
MANUFACTURA		
La estrategia de manufactura: Una revisión de sus problemas y enfoques		22
MODELOS		
Construcción de un modelo de riesgo proporcional a través de la regresión de Ridge		26
EXCERPTA		
Cartas biológicas a una dama		37
COLUMNAS		
Luis F. Fernández	A veces me siento y pienso...	42
Victoriano Garza	Publica o Perece	43
Gerardo Padilla	El Software en México	46
Jorge E. Rodas	La Puerta	47
CIENCIA EN LA NOTICIA		
Hace 100 años que Einstein describió el movimiento Browniano		48
Fuga de cerebros: Egipto, los altercados académicos limitan la investigación		49
Muere Jack Kilby, inventor del microchip		50
Fallece Charles Keeling, pionero de la climatología		50

Carta del Editor



Agua y Sal

Las fuentes de agua fresca utilizadas por el hombre para abastecer sus necesidades decrecen día con día. Esto es ya de conocimiento común. Pero lo que no toda la gente sabe es que la calidad del agua disponible no es la misma que la que existía hace tres o cuatro décadas, y esto es resultado de las incesantes actividades humanas que han deteriorado la esencia de su naturaleza.

La idea de las tres I del agua, que enseñaron a los niños en la educación básica hasta los años sesenta, apuntaban que el agua era “inodora”, “incolora”, e “insabora” –término oficialmente inexistente en español–. La falta de sabor, que no es precisamente insipidez, es lo que se conoce como lo “dulce” del agua. Esta propiedad “dulce” es la que ha dejado su lugar a un sabor salado, entre otros sabores más que con frecuencia se presentan, producto del desgaste del suelo que resguarda el agua –como la olla de un acuífero– o que la conduce –como el cauce de un río–, o por el efecto de la contaminación. De tal manera, la tarea de las plantas potabilizadoras está siendo sobrepasada, en este caso particular, por la creciente presencia de sales diluidas en el agua.

En la región binacional Cd. Juárez, Chihuahua–El Paso, Texas, debido a la incontrolada demanda y poco cuidado, el agua que se distribuye proviene de una fuente cada vez más salitrosa. Hasta el momento no representa un problema grave para su consumo –aunque si habría que estudiar la incidencia de cálculos renales en la población–, pero se advierte que en un cercano futuro la única agua que quedará disponible para los usuarios será de carácter salobre. En tal sentido, adelantándose a los tiempos, los gobiernos e instituciones de educación superior de la zona ya están trabajando sobre el problema, y evaluando o desarrollando diferentes tecnologías de desalación que pudieran emplearse. Sin embargo, independientemente de la efectividad de las alternativas tecnológicas de uso potencial, un factor que debe de ser tomado en cuenta en el lado mexicano son los costos que tendrá que pagar el ciudadano común por este servicio, por lo que no únicamente deben de considerarse tecnologías de punta para solucionar la situación, sino también tecnologías menos sofisticadas y de menor costo, que las hay.

Por lo demás, esta es una línea de investigación estratégica no sólo a nivel local, sino a nivel nacional.

Victoriano Garza Almanza

TECNOLOGÍAS ALTERNAS DE DESALINIZACIÓN DEL ACUÍFERO DEL BOLSÓN DEL HUECO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A CIUDAD JUÁREZ, CHIH., MÉXICO.

Ing. Ramiro Luján¹, Dr. Victoriano Garza Almanza¹ y Dr. Héctor Quevedo Urías¹

RESUMEN

Debido a las condiciones climatológicas imperantes en la zona de Ciudad Juárez, Chih., México, al continuo incremento en la demanda de agua potable y a las características físicas de la única fuente de suministro de agua de la ciudad, el acuífero subterráneo denominado Bolsón del Hueco, el volumen y calidad de los recursos de agua dulce disponibles constantemente se reducen. Esto se hace manifiesto en el abatimiento del acuífero y en la reducción de la calidad de sus aguas. Se analiza la necesidad de explorar varias alternativas que permitan su mejor aprovechamiento y conservación. Una solución potencial al problema de escasez que se avecina radica en la utilización de los importantes volúmenes de agua salobre del acuífero, lo cual puede hacerse mediante procesos de desalación. En el presente trabajo se describen las condiciones generales del Bolsón, sus características hidrogeológicas y de calidad del agua. Se presentan algunos procesos de desalación de mayor uso a nivel mundial.

INTRODUCCION

En la región fronteriza de Ciudad Juárez, Chihuahua – El Paso, Texas, con una población conjunta superior a los 2 millones de habitantes, el recurso agua es escaso. El constante

incremento de la población en ambas ciudades agrava aún más el problema de suministro del vital líquido en el área (Fig. 1).

Las ciudades de El Paso, Texas y Ciudad Juárez utilizan el acuífero del Bolsón del Hueco para satisfacer sus necesidades de agua potable. En el caso de la ciudad texana, el Bolsón representó en el año 2000 la fuente del 47 % del abasto del agua potable de la comunidad, el resto provino del Río Bravo y otras fuentes (EPWU 2002). En el caso de Ciudad Juárez, el acuífero del Bolsón del Hueco satisface el 100 % de la demanda de agua de la ciudad, (JMAS 2000).

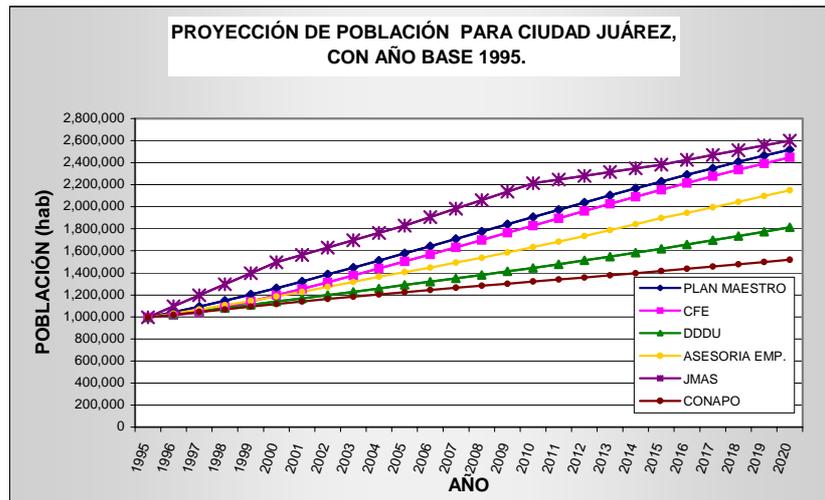
La única fuente continua de agua superficial existente en esta región la constituye el Río Bravo, el cual podría representar una alternativa de abastecimiento para Ciudad Juárez. Sin embargo, este recurso es muy limitado debido a que los Estados Unidos consideran al Río Bravo como un río estadounidense, lo cual se establece según los acuerdos establecidos de la Convención para la Equitativa Distribución de las Aguas del Río Grande, que limitan la cantidad de agua disponible para México (CILA, 1906).

Las reservas existentes en los acuíferos regionales del área de estudio, constituidas en gran parte por aguas salobres, representan una potencial fuente de agua siempre y cuando exista un tratamiento de desalinización. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1994, los valores para Sólidos Totales Disueltos (STD) superiores a los 1,000 mg/l no permiten

¹ Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

su uso para consumo humano sin recibir antes un tratamiento adecuado. En la región de estudio, predomina el tipo de agua sulfato-sódica, aunque también hay ocurrencia de agua cloruro-sódica, con altos contenidos de STD y

de sulfatos superiores a lo establecido por la norma, que la hacen no apta para el consumo humano; de tal forma, esta agua requerirá de un tratamiento previo de desalinización para poder suministrarla a la población.



Fuente: JMAS, Plan Maestro de Ciudad Juárez, 1999.

La posibilidad de desalar las aguas con altos niveles de sales existentes en la región presenta los siguientes beneficios:

- Reducción en la tasa de consumo de agua dulce proveniente del acuífero del Bolsón del Hueco, única fuente de suministro actual de la ciudad.
- Reducción en los niveles de abatimiento del acuífero.
- Posibilidad de recargar los acuíferos locales.
- Prolongación de la vida útil del acuífero del Bolsón del Hueco.
- Menor dependencia extraterritorial para el suministro de agua de la ciudad.
- Derrama económica debida a la construcción y operación de la planta.
- Incremento en el nivel de capacitación del personal operativo de la planta.

Área de Estudio

Ciudad Juárez, Chihuahua, ubicada en la árida región fronteriza del norte de México, ha registrado en las dos últimas décadas elevadas tasas de crecimiento poblacional y económico; consecuentemente, han aumentado significativamente las demandas de servicios y bienes en la localidad, particularmente de agua potable.

Esta ciudad es la más importante del Estado de Chihuahua desde el punto de vista económico, y, desde una perspectiva política, la segunda después de la ciudad de Chihuahua, capital del estado.

La ciudad se localiza en el extremo norte del estado de Chihuahua, en la margen derecha del Río Bravo, del área denominada Paso del Norte, en un punto en donde el río

representa el inicio de la línea fronteriza fluvial entre México y los Estados Unidos, en las inmediaciones del estrechamiento existente entre la Sierra de Muleros, del lado mexicano y las Montañas Franklin, en territorio estadounidense. A partir de ahí se forma el Valle de Juárez, el cual se extiende a lo largo de 150 kms en dirección sureste con anchos que varían de 0.5 a 10.0 km. (JMAS, Op. cit.)

Se localiza en una zona semi-desértica, clasificada por su humedad y temperatura como templada seca, con veranos muy cálidos e inviernos fríos (Clasificación Koppen, García). Se encuentra a una altura promedio de 1,140 m sobre el nivel del mar, en un área donde se registran precipitaciones anuales menores a los 256.6 mm. La temperatura media es de 17.7 ° C (JMAS, Op. cit.).

En 1995 la población residente de la ciudad era de 1'217,818 habitantes, estimándose para el 2020 un total ligeramente superior a 2.5 millones de personas (JMAS, Op. cit.).

Actualmente, la demanda de agua se satisface extrayéndola de dos acuíferos subterráneos existentes en la zona, los cuales forman parte de un acuífero regional mayor denominado Acuífero Tularosa-Hueco. Los dos acuíferos referidos se conocen como Bolsón del Río Bravo, que es un acuífero superficial o somero, y el Bolsón del Hueco, que es un acuífero profundo. Estos acuíferos están bajo el área urbana de las ciudades fronterizas de Cd. Juárez, Chih. y El Paso, Texas, y separados por capas semipermeables que constituyen una división de los mismos, (CILA 1998).

Una fuente potencial de agua para la ciudad es el Río Bravo, el cual se origina en el Estado de Colorado en la Unión Americana, y fluye a lo largo de 1,012 kms hacia el sur hasta

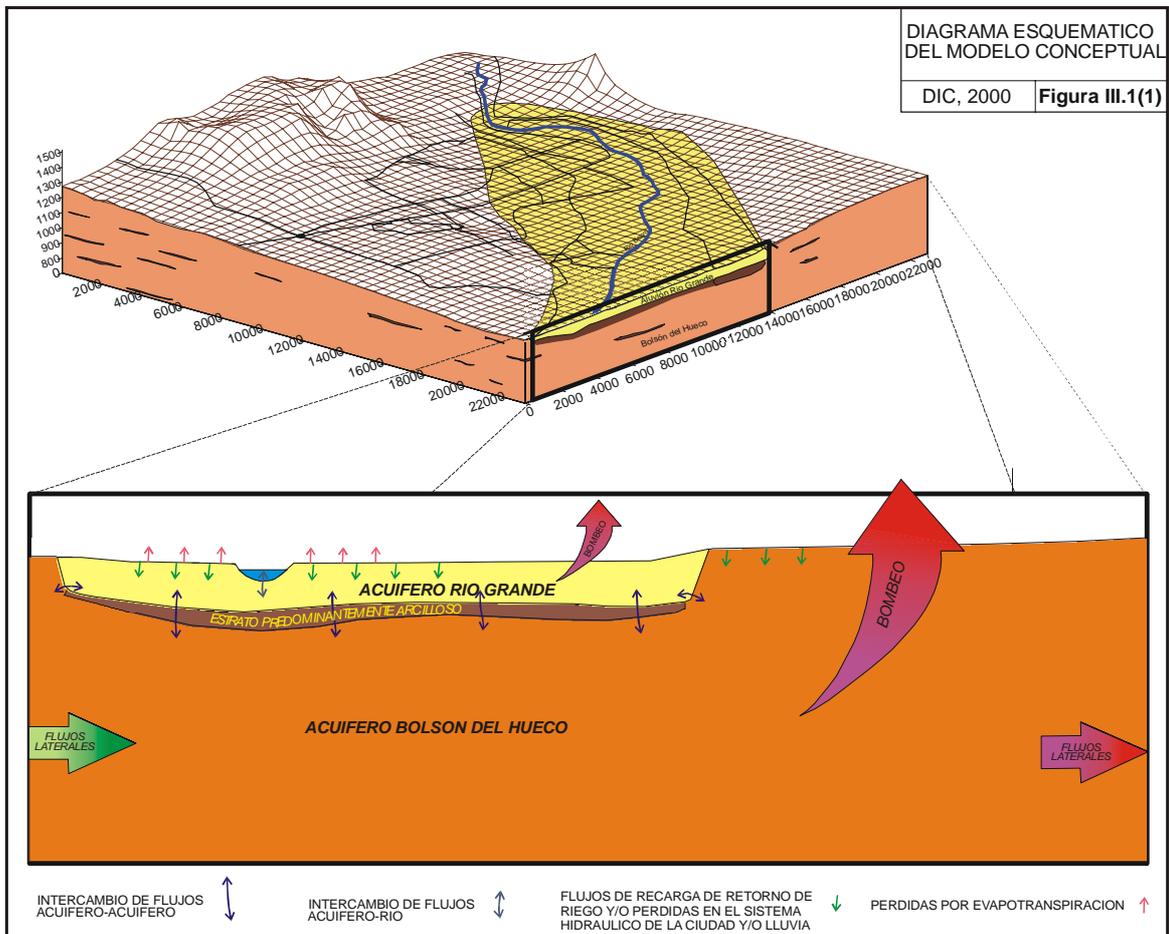
un punto situado entre las poblaciones de Ciudad Juárez, Chihuahua y El Paso, Texas, a partir de donde se convierte en la frontera entre México y los Estados Unidos, a lo largo de poco más de 1,600 km, hasta su desembocadura en el Golfo de México.

El tramo de río comprendido desde sus fuentes hasta la frontera con México, constituye el segmento superior del río cuyas aguas son de propiedad estadounidense, salvo un reducido volumen (74.1 millones de m³) destinado para riego de tierras mexicanas según la Convención para la Equitativa Distribución de las Aguas del Río Grande, tratado firmado por México y los Estados Unidos en 1906 (CILA, 1906. Op. cit.), razón por lo que las aguas captadas en el citado tramo, no representan un recurso inmediato de agua potable para la ciudad mexicana.

Acuíferos del Río Bravo y Bolsón del Hueco

El acuífero somero, o acuífero del Río Bravo, se aloja en una extensa planicie de inundación aluvial, conocida como Aluvión Río Grande, ubicada a lo largo del cauce del río, desde el sudeste del Valle de Mesilla, pasando por el puerto entre la Sierra de Juárez y las montañas Franklin, hasta cerca de Fort Quitman, 150 kms al sureste. En las proximidades del Valle de Juárez – El Paso, Texas., alcanza entre 9.7 y 13 km de ancho y una profundidad de poco más de 60 m. El espesor saturado promedio es de 45 y 57 m en las porciones estadounidense y mexicana, respectivamente (CILA, 1998. Op. cit.) (Fig. 2).

Fig. 2.- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ACUIFERO DEL BOLSÓN DEL HUECO



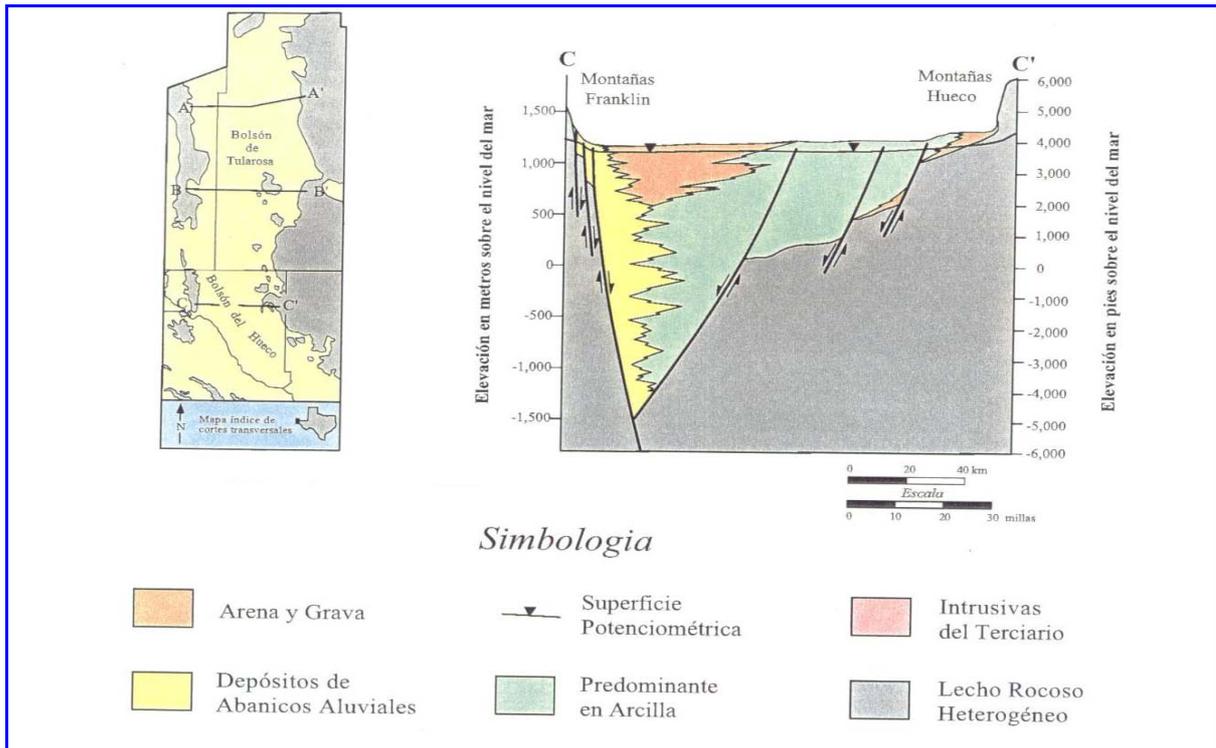
Fuente: Junta Municipal de Aguas y Saneamiento de Cd. Juárez

De acuerdo a estudios realizados en el acuífero somero del Río Bravo, se determinó que sus aguas presentan altos niveles de sulfatos y de sólidos disueltos totales, concluyéndose que no son aptas para el consumo humano a menos de que se les aplique un tratamiento previo.

El Bolsón del Hueco, acuífero profundo que forma la porción sudeste del

acuífero regional Hueco -Tularosa, se localiza a partir de 11 kms al norte de la línea fronteriza entre Nuevo México-Texas, en dirección oeste hasta la Sierra de Juárez, y a lo largo de 150 kms en dirección sureste, hasta la Sierra de San Ignacio y las montañas Quitman, en territorios mexicano y estadounidense, respectivamente. En su parte más profunda, cerca de la línea Nuevo México-Texas, alcanza un poco más de 1,000 m (CILA, 1998. Op. cit.) (Fig. 3).

Fig. 3.- CORTE TRANSVERSAL DEL BOLSÓN DEL HUECO



Fuente: CILA, Enero de 1998.

Este acuífero se empezó a explotar desde 1912. Ya desde 1975 empezó a mostrar los efectos de su explotación por medio de pozos, al formarse un amplio cono de abatimiento en la zona centro de Cd. Juárez, Chih. A partir de ese año, el abatimiento promedio del acuífero en dicha zona ha sido de 1.25 m por año, alcanzando en 1998 los 26 m. De 1925 a 1998 el volumen de extracción del acuífero se incrementó de 1,316 m³ a 145.5 millones por año, alcanzando en 1999 los 150 millones de m³ y con tendencia a incrementarse (JMAS, Op. cit.). El agotamiento del acuífero se manifiesta por las reducciones en las tasas de producción del principal campo de pozos (131) actualmente en operación de la

Junta Municipal de Agua y Saneamiento, organismo operador de agua local, que se redujo de 55.0 l/s en 1977, a 41.8 l/s en 1998, (Lemus 1999). Presenta además, incremento en los niveles de sólidos disueltos totales, con predominancia de sulfatos, cloruros y carbonatos que hacen necesario su tratamiento.

Las estimaciones de las reservas de agua dulce de buena calidad del acuífero, indican que para el año 2030 se agotarán la mayoría de las extracciones económicamente viables (Muller y Price 1979). Sin embargo, existen en el mismo grandes volúmenes de aguas salobres que pueden ser utilizadas por medio de procesos adecuados de tratamiento.

Las razones principales por las que se considera conveniente desalar el agua proveniente del Acuífero del Bolsón del Hueco son:

- Incremento paulatino de sus niveles de sólidos disueltos totales
- Uso más eficiente de los recursos de agua del acuífero.
- Incrementar la vida útil del acuífero del Bolsón del Hueco.

- Incrementar el suministro de agua potable de Ciudad Juárez.
- Mantener los niveles de la calidad del agua potable dentro de la normatividad.
- Evitar la dependencia de suministros de agua extraterritoriales.

Métodos de Desalación.

1. Aguas Saladas

La desalación es el proceso por medio del cual se eliminan las sales y minerales disueltos en el agua de mar o en aguas salobres, a fin de obtener agua dulce apta para el consumo de los seres vivos o para uso en procesos industriales.

El grado de salinidad del agua está determinado por la cantidad de Sólidos Disueltos Totales (SDT) que contiene, y se expresa en miligramos de sales por litro de agua o partes por millón.

El agua de mar contiene en promedio 35,000 ppm de sales. Las aguas salobres presentan un contenido de sales en el rango comprendido entre 1,000 a 35,000 ppm, considerándose como agua potable la que contiene menos de 1,000 ppm de sales, salobre entre 1000 y 10,000 ppm, y salina de 10,000 hasta 35,000 ppm. Todo lo que supera los 35,000 ppm se considera agua de mar.

Una caracterización de las aguas según sus diferentes contenidos de sales, de acuerdo al US Bureau of Reclamation, USDOJ (2003) es la siguiente:

Tipo de agua	Nivel Sólidos Suspendidos Totales
Dulce	<1000 mg/l
Ligeramente salada	1,000 a 5,000 mg/l
Moderadamente salada	5,000 a 15,000 mg/l
Fuertemente salada	15,000 a 35,000 mg/l
Agua de mar	35,000 mg/l <

2. Descripción de los principales métodos de desalación.

Existen diversos métodos de desalación de agua, los cuales son utilizados en un considerable número de países principalmente del Medio Oriente. Los métodos comerciales más importantes son los procesos térmicos de destilación y los que hacen uso de membranas, existiendo otros métodos de menor relevancia comercial, además de los híbridos.

(a) **Procesos Térmicos, Destilación (D).** Es el método más antiguo y común de desalación, el cual simula el ciclo natural del agua. En este

método, las sales contenidas en el agua se separan al convertir determinada cantidad de la misma en vapor, el cual se condensa obteniéndose posteriormente agua pura. La conversión en vapor se acelera y hace más eficiente al calentar el agua salada hasta su punto de ebullición y/o reduciendo la presión atmosférica del contenedor, (Semiat Raphael 2000).

Los principales procesos de destilación a escala comercial son:

- **Evaporación de Efectos y Etapas Múltiples (EEM).** Se calienta el

influyente por medio de la combustión de combustibles fósiles hasta convertir en vapor, a una menor presión, parte considerable del mismo. Este vapor se condensa en una segunda etapa al transferir su calor a otro volumen de agua salada a menor temperatura, que a

su vez se convierte parcialmente en vapor, condensándose al contacto de agua a una temperatura menor y así sucesivamente. A mayor número de etapas, mayor eficiencia del proceso y menor costo del producto (Fig. 4).

Fig. 4. PROCESO DE DESTILACIÓN POR EFECTOS Y ETAPAS MÚLTIPLES

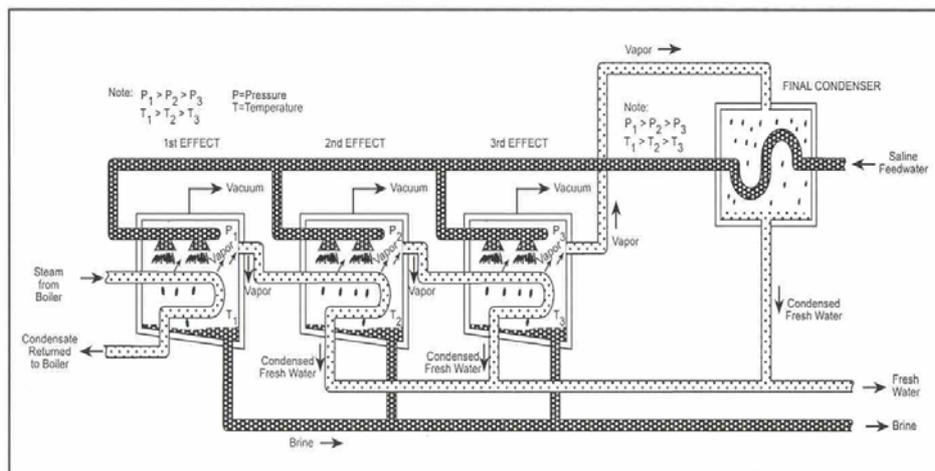


Diagram of a Multi-Effect plant with horizontal tubes.

USAID

Fuente: Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos

- **Destilación relámpago de etapas múltiples (REM).** El agua salada se hace hervir sin agregar calor adicional, a su paso por cámaras adyacentes que operan cada una a presiones menores sucesivas. Es la técnica más utilizada en sus dos modalidades: tubos verticales u horizontales (Semiat, 2000) (Fig. 5).

Fig. 5. DESTILACIÓN RELÁMPAGO ETAPAS MÚLTIPLES

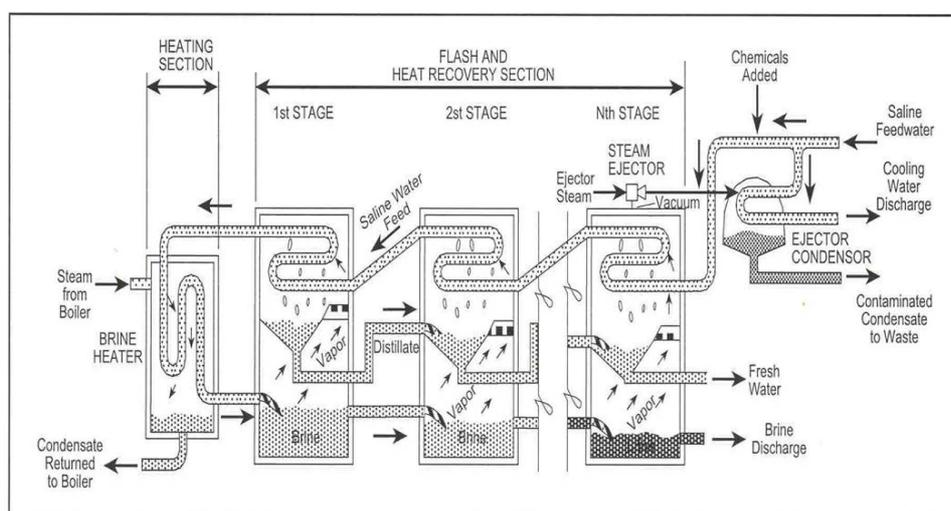


Diagram of a Multi-Stage Flash and Heat Recovery Section

USAID

Fuente: Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos

- **Compresión de vapor (CV).**- Proceso por medio del cual se hierve el agua suministrada y el vapor obtenido se comprime para su condensación obteniéndose agua sin sales (Semiat, Op. cit.). La compresión del vapor puede ser a través de medios mecánicos o térmicos (Fig. 6).

Fig. 6. DESTILACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

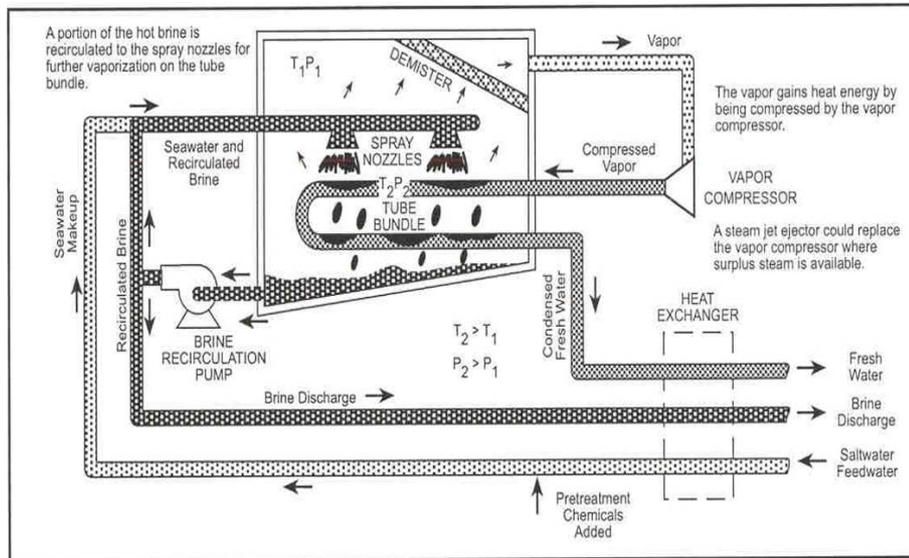


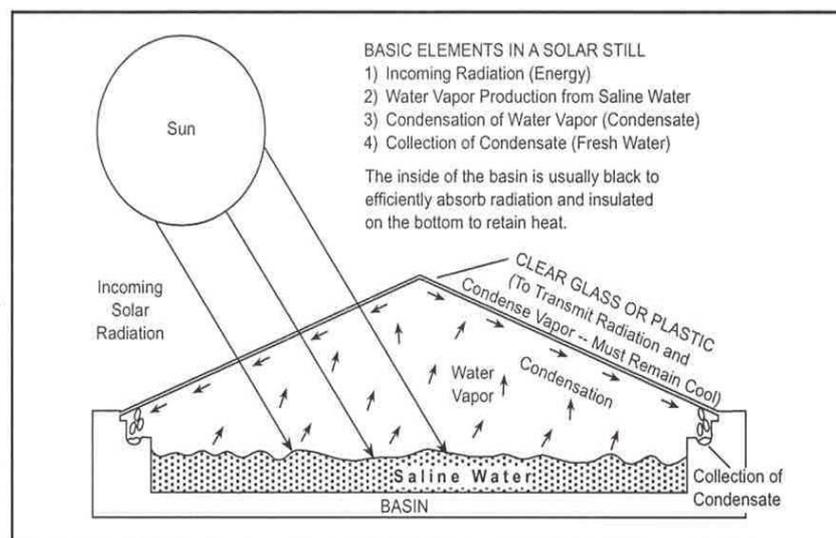
Diagram of a mechanical vapor compression unit

USAID

Fuente: Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos

- **Destilación utilizando energía solar (S).** Este proceso se lleva a cabo en contenedores con cubiertas transparentes que dejan pasar la luz solar, la cual calienta al agua salada hasta producir vapor, mismo que se condensa en la superficie inferior de la cubierta y se recoge en conductos ubicados en los extremos inferiores de la misma (Semiat, Op. cit.) (Fig. 7).

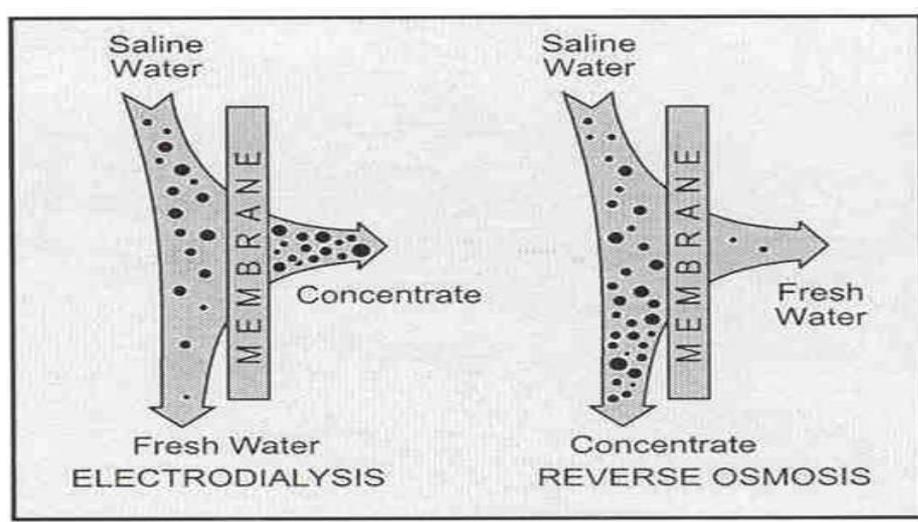
Fig. 7.- DESTILACIÓN POR ENERGÍA SOLAR



Procesos que utilizan membranas

- **Ósmosis Inversa (OI).** En este método se hace pasar, aplicando presión, la solución salina a través de membranas semi-permeables, reteniendo a un lado de las mismas las sales y haciendo fluir el agua con menor contenido de sales hacia el lado opuesto de la membrana. (Semiat, Op. cit.) (Fig. 8).

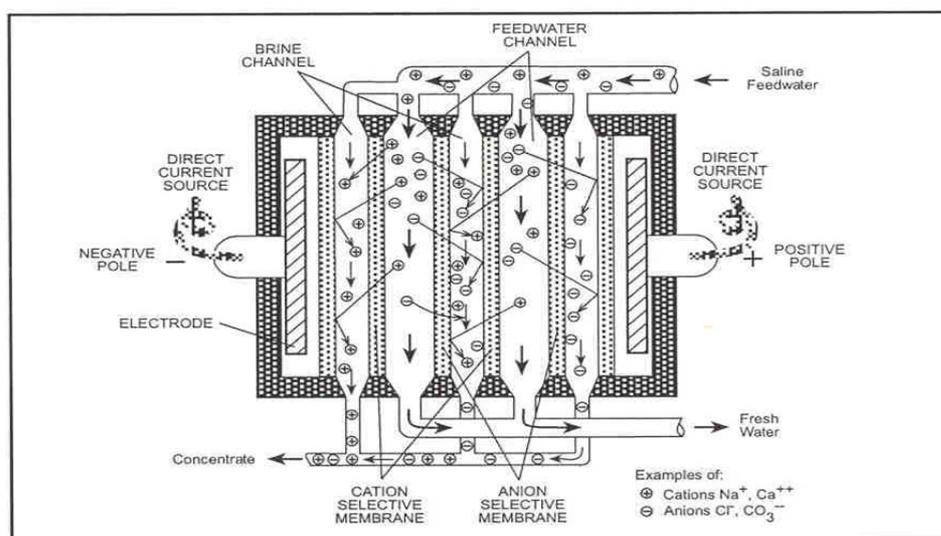
Fig. 8. ESQUEMA DE LOS EFECTOS DE FILTRACIÓN POR ÓSMOSIS INVERSA Y ELECTRODIÁLISIS



Fuente: Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos

- **Electrodiálisis (E).**- En este proceso se bombea a baja presión el agua salada entre membranas permeables, las cuales se conectan a una fuente de corriente eléctrica directa, lo que permite separar del agua los iones de sales, mismos que se atrapan y concentran en las membranas conectadas a los ánodos y cátodos, dejando el agua con menor contenido de sales en los espacios existentes entre membranas (Semiat, Op. cit.) (Fig. 9).

Fig. 9.- PROCESO DE DESTILACIÓN POR ELECTRODIÁLISIS



Movement of ions in the electrodesis process

USAID

Fuente: Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos

Otros tipos de procesos

- **Químicos o intercambio de iones (II).** En estos procesos se utilizan resinas granulares llamadas resinas de intercambio de iones, que permiten que los iones no deseables del agua salada se intercambien por iones deseables al pasar el agua a través de los granos. Otro proceso hace uso de agentes hidratantes que al ser aplicados a la salmuera generan la formación de cristales de agua, los que se recogen, lavan y funden para obtener agua pura (Semiat, Op. cit.).
- **Desalación por congelación (DC).**- Al congelar soluciones salinas, el agua pura se cristaliza, dejando las sales disueltas y otros minerales en “bolsas” de salmuera altamente salina. Los cristales de agua pura se recogen y se licuan en sitios libres de salmuera, (Semiat, Op. cit.).

Los porcentajes de utilización de los diferentes procesos y capacidad de las plantas en donde se emplean se muestran en la siguiente tabla:

Tabla I. Porcentajes del número de plantas y sus capacidades a nivel mundial					
Tipo de proceso		Número plantas	Porcentaje	Capacidad (mgd)	Porcentaje
Destilación	Relámpago etapas múltiples	532	15.1	1,955	64.5
	Efectos y E. Múltiples	329	9.3	145	4.8
	Compresión de vapor	275	7.8	66	2.1

Membranas	Osmosis inversa	1,742	49.4	709	23.4
	Electro-diálisis	564	16.0	139	4.6
Otros tipos		85	2.4	18	0.6
Total		3,527	100.0	3,032	100.0

Fuente: International Desalination, Associate's desalination inventory, 1987

Calidad del agua

1 Calidad de los recursos de agua subterránea de la región Paso del Norte

Acuífero Profundo del Bolsón del Hueco.

La calidad del agua del acuífero en el área urbana y zona agrícola del Valle de Juárez presenta niveles con un contenido de sólidos disueltos totales (SDT) entre 1,000 y 3,000 ppm. Asimismo, los niveles de los sulfatos y cloruros se han elevado, atribuyéndose la causa a la sobreexplotación del acuífero. Con el tiempo, los niveles de sulfatos y cloruros se han incrementado en pozos de Ciudad Juárez y El Paso, excediendo los 250 ppm en algunos de ellos (CILA, 1998. Op. cit.), por lo que predomina el tipo de agua sulfato-sódica con ocurrencia también del tipo cloruro-sódica.

La elevada extracción de aguas del acuífero, que es muy superior a su recarga, ha ocasionado abatimientos importantes, factor que ocasiona la reducción de su calidad y elevación de los niveles de cloruros y sulfatos. Además, los pozos que han tenido abatimientos significativos en el largo plazo presentan patrones de salinización de sus aguas.

La norma para sólidos suspendidos totales es de 1,000 ppm, la cual es fácilmente rebasada por el agua en su condición original. Los altos contenidos de SDT y de sulfatos hacen que esta agua no sea apta para consumo humano.

2 Normas de calidad de agua potable

Las aguas salobres son aguas susceptibles de consumo pero tienen sabor marcadamente salado. Las aguas salobres se definen como las que contienen concentraciones de Sólidos Disueltos Totales, comprendidas en un rango de 1,000 a 10,000 ppm. Las aguas con mayores niveles de sales, denominadas como aguas salinas, no son potables.

En nuestro país, la norma aplicable para calidad de agua potable es la NOM-127-SSA-1994 (1996, Op. cit.), la cual establece que los niveles de Sólidos Disueltos Totales contenidos en la misma no excedan los 1,000 ppm.

Conclusiones

La utilización de procesos de desalación de aguas salobres y de mar, constituye una opción viable para un mejor aprovechamiento de los escasos recursos hidráulicos mundiales.

Los continuos avances técnicos en los procesos de desalación y el desarrollo de mejores materiales, permiten que los costos de desalación se reduzcan progresivamente, ocasionando que se extienda el uso de tales procesos a regiones donde escasea el agua de buena calidad y se cuente con importantes volúmenes de agua con altos niveles de salinidad.

Ciudad Juárez cuenta con limitados recursos de agua de buena calidad, lo que podría

ser un obstáculo para su desarrollo económico y social futuros. Sin embargo, posee importantes volúmenes de agua salobre subterránea que pueden ser aprovechados utilizando técnicas adecuadas.

A fin de reducir al abatimiento del acuífero del Bolsón del Hueco, única fuente actual de suministro de agua potable, de aumentar su vida útil y mantener la calidad del agua de consumo, el uso de técnicas de desalación representa una alternativa recomendable.

Un análisis técnico, ambiental y económico de los procesos de desalación actuales más importantes, adaptados para su uso en el área de Ciudad Juárez, Chih, permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Las características físicas de las aguas de acuífero del Bolsón del Hueco y la normatividad de calidad aplicable a las mismas, permite el uso de proceso de desalación para su consumo.
2. Considerando las características de las aguas del Bolsón, el proceso de desalación que presenta mayores ventajas técnicas es el empleo de Membranas por Ósmosis Inversa.
3. En relación al posible impacto ambiental que tendría una planta desaladora en la localidad, se considera que los métodos más adecuados de eliminación del concentrado residual sería por medio de pozos de inyección o de lagunas evaporativas, siendo el último el más

conveniente debido a las condiciones naturales existentes en la zona.

4. Se recomienda efectuar estudios de mayor detalle a fin de determinar los elementos que compondrían la planta, así como sus características de construcción y operación.

Referencias

- CILA. 1906 Convención para la Equitativa Distribución de las Aguas del Río Grande, Tratado de 1906. México: Comisión Internacional de Límites y Aguas.
- CILA. 1998. Base de Datos Binacional del Acuífero Transfronterizo. Informe Final.. México: Comisión Internacional de Límites y Aguas.
- EPWU. 2002. El Paso Water Utilities. <http://www.epwu.org>
- JMAS. 2000. Actualización del Plan Maestro de Servicios de Agua. México: Junta Municipal de Agua y Saneamiento Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Juárez, Chihuahua.
- Lemus Sánchez, R. 1999. Abastecimiento del sistema de agua potable de Ciudad Juárez, Chihuahua: 1926–1998. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Muller, D. A., and Price, R. D., 1979, Ground-Water Availability in Texas, Estimates and Projections Through 2030: Texas Department of Water Resources, Report 238
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA-1994. México: Diario Oficial de la Federación; 1996.
- Semiat, Raphael. 2000. Desalination: Present and future. International Water Resources Association. Water International, Vol 25., No 1.
- Bureau of Reclamation, 2003. Desalting Handbook for Planners, US Dept. of the Interior, Report 72.

Restauración del Río Bravo/Río Grande en el Valle de Juárez: Un análisis

Ing. Juan I. Muñiz¹, Dr. Jorge Salas Plata¹, Dr. Ch. Turner²

Resumen

La tasa de flujo del Río Bravo/ Río Grande desde El Paso/Ciudad Juárez hasta Fort Quitman/Cajoncitos ha cambiado desde el siglo XIX debido a la irrigación agrícola en ambos lados de la frontera. El río ha sido modificado debido a la infraestructura agrícola y, de la misma manera, la calidad del agua se ha degradado debido a las descargas de aguas residuales. Además, los acuíferos en las partes subterráneas del Río Bravo/Río Grande han sido agotados en el área de Ciudad Juárez/El Paso. Por estas razones, los ecosistemas han sido alterados drásticamente. La vida vegetal y animal que depende del río, así como las zonas ribereñas, también han sido afectadas. El agua del río está legalmente unida a diferentes usuarios, sin embargo, el ecosistema, como usuario, no está incluido o considerado ni en la planeación ni en el manejo de cuencas. La condición actual del Río Grande/Río Bravo está considerada en la lista “de los ríos mas amenazados” del mundo, según consideración de algunas organizaciones; sin embargo, en México esto no ha sido lo suficientemente analizado desde un punto de vista ambiental y ecológico.

El propósito principal de este trabajo es establecer las bases para la restauración ecológica del Río Grande/Río Bravo en la fracción correspondiente a El Paso/Ciudad Juárez-Fort Quitman/Cajoncitos. La metodología consiste en una revisión y análisis de los datos hidrológicos y la calidad del agua en la región para definir una tasa de flujo mínimo ecológico apoyada en estudios hidrológicos; además de un inventario de flora y fauna que se hizo por medio de una revisión bibliográfica exhaustiva, entrevistas con funcionarios del gobierno mexicano, y gente de la región, todo esto con la finalidad de elaborar escenarios sobre la distribución de agua en la

región. Se tomaron en cuenta las Leyes del Uso de Agua de los Ríos Internacionales, determinadas por la Asociación Internacional Legislativa (Reglas de Helsinki), así como el Proyecto de Modernización y Tecnificación de los distritos de riego del Río Conchos. Se revisó el contexto económico de las dos ciudades.

Los escenarios para la distribución del agua en la región se basaran en el mantenimiento mínimo de una tasa de flujo para permitir el regreso o repoblación de especies nativas mientras se mantiene el beneficio histórico de los usos.

Introducción

A medida que aumenta la demanda de agua de todos los usuarios a escala mundial, se va agotando este recurso, se contaminan y se degradan los ecosistemas acuáticos, y resulta cada vez más costoso desarrollar nuevas fuentes de suministro. El desarrollo del agua es la base de la seguridad alimentaria, el sustento de los pueblos y la sostenibilidad ambiental en el planeta.

El agua se relaciona de manera directa con el equilibrio ambiental y es vital para la supervivencia de las plantas y animales que habitan en los diferentes ecosistemas. A su vez, este recurso, ayuda a regular los flujos de masa y energía en la naturaleza. Hasta ahora no se ha aumentado significativamente la cantidad de agua que se destina a preservar los ecosistemas, diluir los contaminantes y mantener la flora y fauna ribereñas. El ahorro de agua no ha sido una prioridad importante desde el punto de vista económico y ambiental para las regiones y países en desarrollo. Las medidas de política tendientes a garantizar dichos ahorros, no se han respaldado con un crecimiento no agrícola más rápido. Al mismo tiempo, las bajas eficiencias en el uso del agua, sobretodo del sector agrícola, evitan el incremento de los volúmenes de agua para la flora y la fauna. La investigación en materia de mejoramiento de la productividad de las cosechas por unidad de agua y tierra, del manejo del agua, de las políticas y del análisis de nuevas y modernas reglas en la distribución de las aguas internacionales, así como de la economía ambiental, son algunas de las líneas importantes que no han sido impulsadas. En la región Paso del Norte (Ciudad Juárez, El Paso y Las Cruces), existe una subcuenca hidrológica y ecológica la

¹ Depto. Ing. Civil y Ambiental. IIT, UACJ.

² Civil Engineering Department. University of Texas at El Paso.

cual necesita que se lleve a cabo una planeación y un manejo integral.

Antecedentes

La Región del El Paso a Fort Quitman

El área de estudio se ubica en el desierto Chihuahuense, que se localiza desde la región de Trans-Pecos al oeste de Texas y sur de Nuevo México en Estados Unidos, hasta el estado de San Luis Potosí en México. De manera más precisa, el área comprende desde Cd. Juárez Chihuahua/El Paso Texas a los 31° 48' latitud norte 106° 59' longitud oeste hasta El Ejido Cajoncitos/Fort Quitman a los 31° 00' latitud norte y 105° 30' longitud oeste (120 Km al suroeste río abajo de Ciudad Juárez/El Paso).

Demografía

De 1940 a 1995 la población de las ciudades gemela Cd. Juárez, Chihuahua, El Paso, Texas, ha incrementado su población en 3 y 19 veces respectivamente, exacerbando la demanda doméstica de agua. La población en Cd. Juárez es de 1'218,817 (fuente INEGI censo 2000), en conjunto con El Paso y la región la población total es superior a 2'000,000. Se calcula que para el 2020 la población en la región se duplicará (EPA, 2003). El crecimiento de la población en la región se ha visto incrementado importantemente, por el auge de la industria Maquiladora en Cd. Juárez, sobre todo en los últimos 30 años, lo que ha significado gran migración a la región Paso del Norte.

El Sector Agrícola

Este sector utiliza más del 80 por ciento de las derivaciones que se hacen del Río Grande/Río Bravo en la zona de estudio (King, 2004).

El distrito de riego 009 en el Valle de Juárez, proporciona agua para el riego de 15,000 ha, aunque tiene un potencial de 25,000 ha que no se riegan por falta de agua; riega con aguas del Río Grande/Río Bravo del Tratado de 1906. Utiliza también aguas del subsuelo y residuales provenientes de Ciudad Juárez. Su eficiencia global es del 40 por ciento. Los principales cultivos son los forrajes y el algodón.

El distrito de riego de la Presa El Elefante (EBID), suministra agua a 36,681 has en Nuevo México. La superficie de riego total del distrito es de 53,823 ha; de las 36,681 has que permanecen con sus derechos de agua actualmente solo se

irrigan 30,756 has. La eficiencia promedio de distrito es del 43 por ciento. Los agricultores siembran nuez, alfalfa, algodón, hortalizas como cebolla, lechuga, calabacitas, y chile, principalmente.

El Distrito No. 1 de Conservación de Agua del Condado El Paso (EPCWID) suministra agua a 27,927 has en Texas. Los principales cultivos son alfalfa y algodón, algo de forrajes, hortalizas y nuez. La eficiencia promedio de distrito de riego es del 47 por ciento.

El Distrito de Conservación y Recuperación del Condado de Husedth (HCCRD) suministra agua a 7,385.5 has. Los principales cultivos son la alfalfa y el algodón. La eficiencia total promedio de distrito es del 40 por ciento.

En promedio total de la eficiencia en estos cuatro distritos es del 43 por ciento, es decir que de cada 100 litros que se destinan para el crecimiento de los cultivos, 57 litros se pierden por evaporación, deficiencias de operación, infiltración, fugas, etc. (King, 2004). Uno de los principales consumidores de aguas superficiales del Río Bravo/Río Grande, es el condado de El Paso, el cual usa 20,234 m³ para uso municipal e industrial.

El Agua Subterránea

En general, el agua subterránea es la fuente de suministro y de reserva ambiental menos comprendido dentro del sistema hidrológico. Las aguas subterráneas y superficiales interactúan de manera compleja y hacen a las zonas ribereñas muy sensibles a los cambios de calidad y cantidad de los flujos de agua. Se conoce poco acerca de cuanta agua esta disponible en el subsuelo, cuanta se consume en la actualidad, como fluye en el los mantos freáticos, etc. En México, se cuenta con 459 acuíferos, de los cuales 130 sufren de. El acuífero del Bolsón del Hueco, que sostiene alrededor de dos millones de personas de Ciudad Juárez-El Paso, se está terminando con rapidez y se prevé el agotamiento en 20 años (FUMEC, 1998).

El sector industrial

El sector industrial, ha jugado en los últimos 30 años un papel muy importante para el crecimiento y desarrollo económico para Cd. Juárez/El Paso y las poblaciones cercanas río abajo. En la zona por parte de México se ubican cerca de 278 maquiladoras (INEM, 2004), este sector económico ha consumido 9.36 Mm³, lo que significa 802 m³ por usuario por mes (WTF, 2002)

El sector institucional

En México en el pasado, el agua había sido manejada casi exclusivamente por el Gobierno Federal, pero en los últimos años el gobierno se ha orientado hacia la descentralización. En el ámbito institucional existen varias dependencias y organizaciones en ambos lados del río, involucrados en la distribución y control del agua para los diferentes usuarios tanto urbanos como rurales. Por parte de México están involucradas instituciones como la Comisión Internacional de Límites y Aguas-CILA, Comisión Nacional del Agua -CNA, Junta municipal de Agua y Saneamiento -JMAS, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-SAGARPA, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales-SEMARNAT, entre otras. Por parte de los Estados Unidos están involucradas instituciones y organizaciones tales como los Distritos antes mencionados, El Paso Water Utility, United States Environmental Protection Agency (USEPA), United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (USDIBR), United States Department of the Interior National Park Service (USDINPS), International Boundary and Water Commission, etc. Además de otro tipo de organizaciones. Esto nos da una idea de la complejidad que significa el manejo del agua sobre todo en la región donde



Figura 1, Dren de E.U. en el flujo del río

Valor de la agricultura

El valor de la producción total en el Valle de Juárez en el período que comprende 1999-2000, fue de 26,109'690,000 U.S. dolares (Salazar, 2002)

interactúan diferentes agencias con sus propias regulaciones de tres diferentes estados como Chihuahua, Nuevo México, Texas; de México y Estados Unidos respectivamente.

Historia de la asignación del agua

El tratado de aguas entre U.S./México (1906) provee una pequeña cantidad fija del flujo anual del río hacia México (Brooks, 1923, Holt, 1946, CNA, 1992). Este tratado fue el resultado de una controversia entre los dos países y desde la perspectiva mexicana; el convenio fue desfavorable para México (Bustamante, 1999). La Comisión para la Cooperación Ambiental considera que México debe renunciar a todo reclamo de agua del Río Grande desde el inicio de la Acequia Madre hasta el Ejido Cajoncitos (CCA, 2001). La asignación que surge de este tratado para México del flujo del río es de 74 millones de m³ anuales, pero según el tratado se otorgan en cortesía, por parte de los Estados Unidos. En caso de una sequía E.U. no está obligado a entregar ninguna cantidad de agua. Este gasto de agua insuficiente para el consumo de los campos de cultivo del Valle de Juárez. La infraestructura de irrigación a ambos lados de la frontera, provocan que en la región de estudio, solo lleguen al río escorrentías de los drenes que provienen de la irrigación de los campos de cultivo, como flujos de retorno Figura 1 y 2.



Figura 2, Dren de México en el río.

Tecnologías de riego

Se utiliza mayoritariamente el riego por gravedad o agua rodada, que es la tecnología más barata, pero insustentable. Existen otras tecnologías tales como el riego por aspersión, microaspersión, riego por goteo, el riego por goteo

profundo. Estos sistemas significan mayores costos para el agricultor, pero mejoran la eficiencia en el uso del agua entre el 80 y el 100 por ciento (King, 2003).

Transferencia del agua

La marginalidad de la actividad agrícola en el Valle de Juárez, el estancamiento económico y la imperfecta propiedad de los derechos, como resultado del tratado de 1906, dificultan el establecimiento del libre mercado en los derechos de agua entre los usuarios.

Demanda municipal de agua

De acuerdo al Plan Maestro de Agua Potable y Sanidad 2000-2020 (JMAS, 2002) la demanda proyectada de Juárez para el año 2020 es de 372 Mm³ al año. Para El Paso se espera una demanda de 445 Mm³ al año.

Las Reglas de Helsinki

Las Reglas de Helsinki comprenden legislaciones internacionales que establecen las bases para el manejo de aguas internacionales. Los principios fundamentales son el uso equitativo y razonable (ILA, 2004). De acuerdo con la Asociación Internacional de Derecho (ILA), el uso equitativo y razonable será determinado considerando todos los factores relevantes en cada caso particular. Estos factores relevantes incluyen, (aunque no están limitados a esta lista) los siguientes:

- Características geográficas, hidrogeográficas, hidrológicas, hidrogeológicas, climáticas, ecológicas y otras características naturales.
- Las necesidades sociales y económicas de los estados involucrados en la cuenca hidrográfica.
- La población que depende del suministro del agua de la cuenca de drenaje internacional de cada estado.
- El efecto del uso o usos del agua de la cuenca internacional de drenaje de uno de los estados sobre el otro.
- Los usos actuales y potenciales de la cuenca internacional de drenaje.
- La conservación, protección, desarrollo, y economía del uso de los recursos del agua de la cuenca de drenaje internacional y el costo de las medidas o

acciones tomadas para el logro de estos propósitos.

- La disponibilidad de las alternativas de valor comparable para el uso actual o proyectado.
- La sustentabilidad de los usos actuales y propuestos.
- La minimización del daño ambiental.

Sustancias tóxicas en el área de estudio

El área de estudio se identificó como una de las regiones a lo largo del río más contaminadas sobre todo en la parte urbana entre Ciudad Juárez Chih. y El Paso Tx. (estaciones 1 y 2, respectivamente, de acuerdo a EPA y CNA, 2004). En esta zona se observó alta presencia de residuos de la actividad agrícola y metales pesados como cadmio, cobre que superan las normas.

Paradigmas de la economía ambiental

Esta región es un claro ejemplo de falla de mercado, ya que la asignación de agua no puede ser distribuida de manera eficiente. La misma naturaleza de los procesos de contaminación son las causas de tales fallas. Los principios de exclusividad y rivalidad que aplican para el libre mercado han sido aplicados en forma mecánica. Otra causa de la falla de mercado son las externalidades, ya que la acción de alguna gente o países afectan a otra gente y otros países sin su autorización (Kolstad, 2001).

Flujo ecológico base

De acuerdo con revisiones históricas de las tasas de flujo de agua en el Río Bravo y otras fuentes bibliográficas, la tasa de flujo mínimo ecológico es aproximadamente de 2.6 m³/s, que corresponde a 83 Mm³ al año.

La flora y la fauna

La el área de estudio se encuentra ubicada en el desierto de Chihuahuense, y sus condiciones climáticas son adversas, con variaciones de temperatura y de humedad muy radicales. Las comunidades bióticas que se han adaptado a la región han sido poco tomadas en cuenta por el hombre, de tal manera que han sido ignoradas en las actividades económicas que se realizan en la región como son la agricultura y la industria. Se reunió en este estudio la siguiente lista de especies con comentarios como especies de plantas

Tabla 1. Diferentes condiciones ecológicas para las especies en el área de estudio.

Flora	Especies	Condición en la NOM-059-ECOL-001			Condiciones especiales
		Amenazadas	Protegidas	En peligro.	
Árboles	9				1 Invasora del lecho del río *
Arbustos	13				
Cactáceas	9		1		
Herbáceas	78				1 Invasora en cultivos y áreas urbanas*
Gramíneas	7				1 Invasora en cultivos y áreas urbanas
Total Flora	116		1		3
Fauna					
Anfibios	12		3		
Arácnidos	8				
Aves	113	5	6	1	1 Amenazada en la región
Insectos	46		1		
Mamíferos	53	9	3	1	
Miriápodos	3				
Peces	6				1 Erradicado en la región.
Reptiles	54	4	3		
Total Fauna	295	18	16	2	2
Total de especies	411	18	17	2	5

Las especies mencionadas con características especiales son observaciones personales de especies vegetales invasoras (*Rapistrum rugosum* (Figura 3), *Tamarix ramosissima* (Figura 4) y *Cynodon dactylon*) y trabajos que se están

realizando por repoblar especies que existían en el área de estudio, que han sido erradicadas o su población se ha visto disminuida de una manera importante (*Empidonax traillii* y *Hybognathus amarus*) en el río.



Figura 3. Reproducción espontánea de mostacilla

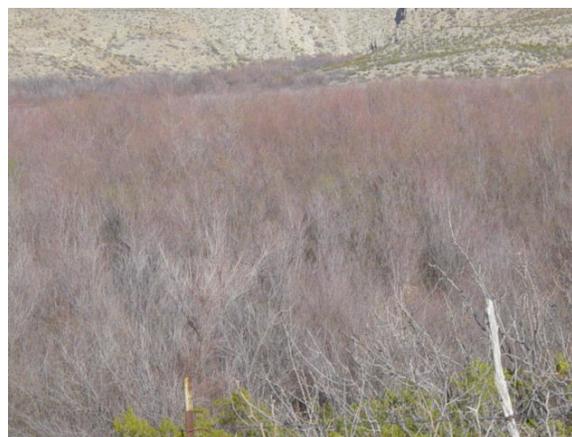


Figura 4. Invasión de tamarix en el lecho del río

Metodología

Revisión bibliográfica

El presente trabajo requirió de una revisión bibliográfica exhaustiva, para revisar los antecedentes del área, su condición actual y las tendencias del uso del agua, para poder determinar

las posibilidades de recuperación de la zona. No se encontraron documentos relacionados a este tópico.

Visitas de campo

Se visitó el área de estudio en prácticamente todos sus tramos para observar las condiciones en forma actual. No existe un plan para la restauración del río ni por dependencias de México ni de los Estados Unidos. En el trabajo de campo, la gente de la región considera que se ha afectado últimamente, ya que no se ven especies de animales que tradicionalmente se observaban tales como el coyote y el puma. Consideran también, que la agricultura en la región ya no es atractiva ni productiva, como lo fue en otros tiempos, ya que los costos de producción en el presente son muy altos, los créditos para la agricultura son pocos y costosos, entre otros factores.

Conclusiones

De acuerdo a este estudio, es necesario responder a las necesidades presentes y futuras de la demanda de agua urbana (doméstica, industrial, pública y comercial) y agrícola en la región.

Es importante entender que en la región viven una gran cantidad de especies de plantas y animales, las cuales demandan el vital líquido.

- Es necesaria la conservación del agua en las prácticas agrícolas, para hacer más eficiente el uso del agua por parte de la planta, ya que este sector es el mayor consumidor de agua en la región.

El sistema de canales y drenes a ambos lados del río es la causa fundamental del desbalance ambiental y ecológico, por lo que es necesario reconocer que tales sistemas deben regresar una tasa mínima de flujo al río.

El manejo del agua del agua en la región debe ser conducido de manera integral, es decir tomando en cuenta los recursos naturales como un todo.

Se sugiere una tasa de flujo mínimo ecológico de 2.6 m³/s que corresponden a 83 Mm³ al año aproximadamente.

Se sugiere también el establecimiento de un Consejo para el Desarrollo Económico de la Región Paso del Norte.

El incremento en los niveles de la calidad de vida en esta zona es fundamental, por lo que se

sugiere que se eleven los salarios en el lado mexicano para semejarlos con los del lado estadounidense, lo que creará condiciones para elevar la conciencia social ecológica y ambiental.

Bibliografía

- Behler, J.L. 1979. The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians. Alfred A. Knopf. New York.
- Bull J. and J. Farrand. 1997. Nacional Audubon Society Field Guide to North American Birds.
- Bustamante, J. 1999. La Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos. Sus orígenes y su actuación hasta 1996. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.
- EPA. 2003. Programa 2012.
- Fundación México-EU para la Ciencia (FUMEC), 1998. Agua y Salud en la Frontera México-EU. <http://www.fumec.org.mx>.
- INEGI. 2000. Censo de Población 1990-2000.
- King, P. and J. Maitland, 2003. Water for River Restoration: Potential for Collaboration between Agricultural and Environmental Water Users in the Rio Grande Project Area.
- MacMahon J. 1988. The Audubon Society Nature Guides Deserts. Alfred A. Knopf. New York.
- Middle Rio Grande ESA Workgroup. 2003. Progress Report on the Middle Rio Grande Endangered Species Act Collaborative Program from 2001 through 2003. Bohannon and Huston.
- National Research Council, 2000. Investigating groundwater systems on regional and national scales. National Academy Press, Washington, D.C. <http://www.nap.edu/openbook/0309071828/html/1.html>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. 2002. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Estados Unidos Mexicanos.
- Postel, S. 1999. "When the world wells run dry". World Watch. Septiembre-octubre de 1999.
- Powell M. 1988. Trees and Shrubs of Trans-Pecos Texas. Big Bend Natural History Association, Inc.
- Scurlock, D. 1998. From the Rio to the Sierra: An Environmental History of The Middle Rio Grande Basin.
- The native fish conservancy www.nativefish.org
- Gobierno de Cd. Juárez. www.juarez.gob.mx
- Migration corridors www.pwrc.usgs.gov/bbl/homepage/bigbndc.htm
- National weather service, Extremes (and some normals) of El Paso weather from 1879 through. www.srh.noaa.gov/epz/climat/elplclimate/recelp.shtm

La estrategia de manufactura, una revisión de sus problemas y enfoques

M.C. Lázaro Rico Pérez¹, Dr. Juan José Díaz Núñez²,
M.C. Roberto Romero², M.C. Erwin Martínez², Dr.
Salvador A. Noriega Morales²

Resumen

Se presenta un análisis sobre los problemas intrínsecos en la estrategia de manufactura (EM) tales como su complejidad, formulación, contenido y evaluación (COMFOCOEV). Se aprecia que aún no existen acuerdos entre los académicos y tecnólogos con respecto a COMFOCOEV de la EM. Para hacer frente a COMFOCOEV de la EM, en este trabajo se propone tratar la EM como un problema multidisciplinario y complejo, formulando la estrategia de manufactura a través de modelos fundamentados en sistemas neuro-difuso.

Introducción

En la actualidad, las empresas compiten en entornos más dinámicos, tanto en el contexto local, regional y global. Estos entornos se caracterizan por recursos tecnológicos más complejos, la diversidad de clientes, mercados más exigentes, y la libre comercialización de productos. Esta complejidad dificulta la formulación y despliegue de la estrategia de manufactura, lo que a su vez inhibe la obtención de resultados operativos satisfactorios impactando negativamente en los estados financieros de las empresas. La COMFOCOEV de la EM ha sido analizada por diferentes académicos bajo diferentes enfoques, lo que ha llevado a desacuerdos entre ellos. En las siguientes secciones, se discute la (COMFOCOEV) de la EM por diferentes expertos con diferentes puntos de vista.

Complejidad de la EM

La complejidad de la EM es uno de los problemas que no ha sido resuelto satisfactoriamente por los académicos. Esta requiere de un minucioso análisis puesto que los cambios del nuevo milenio incrementará la incertidumbre y la complejidad de la EM manifestándose en una intensidad competitiva y en una incrementada complejidad de la tecnología de producción (Carol et.al. 2001). Pero, aunque existe una amplia literatura que analiza la estrategia de manufactura de diferentes formas, ésta continúa bajo considerable desarrollo y debate, tal como lo afirma Cheng et. al. (1996). Esta complejidad se debe a la cantidad de variables del tipo cuantitativo y cualitativo que intervienen en ella, por lo que se torna extensa, difícil de analizar, formular e implantar Platts(1998) y por consiguiente se vuelve un problema difícil de resolver.

Contenido Teórico de la EM

En lo relativo al contenido teórico, aún no existen acuerdos entre los académicos con respecto a los elementos más importantes de la EM necesarios para alcanzar resultados operativos satisfactorios en las empresas. Además, conocer como están estos estructurados. Los académicos han tratado el contenido de la estrategia de manufactura de diferentes formas. Para sostener tal argumento, a continuación se hace una revisión bibliográfica acerca de algunos investigadores que han enfocado sus estudios en el contenido de la EM. Así, por ejemplo, Schroeder et.al.(1986) sostiene que el contenido de la

¹ Estudiante del Doctorado en Ingeniería Industrial, ITCJ.

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

estrategia de manufactura está descrito en términos de visión, misión, objetivos, políticas y competitividades distintas, mientras que para Pun et. al.(2004) los elementos del contenido de la estrategia de manufactura consisten de procesos, contenido y contexto.

Olhager J. y Rodberg (2002) argumentan que el contenido de la EM se construye alrededor de dos amplios grupos: prioridades competitivas y áreas de decisión. Carmeli A.(2001) afirma que son tres los factores que contribuyen en el desempeño de la empresa: el ambiente externo, las fortalezas y debilidades y los recursos tangibles e intangibles de la empresa.

Cheng y Musaphir(1996) argumentan que son nueve elementos importantes a considerar en la EM: instalación, capacidad, integración vertical, proceso- tecnología, recursos humanos, administración de calidad, alcance de nuevos productos, infraestructura de manufactura y relación con el vendedor. Además, afirman, que el liderazgo es un componente clave en el proceso de implementación.

De acuerdo con Khalid et.al.(2002) los elementos clave de la estrategia de manufactura son recursos del tipo físico, intelectual y cultural. En el estudio realizado por Pun K.F et. al.(2004) en el sector electrónico y textil de Hong Kong se muestra que algunos factores que contribuyen al buen desempeño del negocio son: una buena reputación de la compañía, la calidad del producto/servicio, estrategia de la compañía, accesibilidad a mercados, costo de producción/operación y servicio al cliente.

O Regan et. al. (2004) por su parte reporta que uno de los elementos que más contribuye a los buenos resultados operativos en las empresas es una correcta planeación estratégica y además, sostiene, que las empresas de éxito siguen un modelo que se fundamenta en

empleados mejor entrenados, garantizando cierto grado de seguridad en sus empleos y la implementación de ISO 9000. Por otro lado, Avella Lucía et.al.(2001) muestra, que los elementos claves de la estrategia de manufactura son: las áreas de decisión, prioridades competitivas y el mercado.

Después de hacer la revisión bibliográfica se observa que aun existen controversias sobre una definición incuestionable del contenido de la EM. Esto se debe a la imprecisión en la selección de los elementos clave de mayor contribución para la obtención de resultados operativos satisfactorios dentro de la empresa.

Formulación de la EM

En lo referente al problema de la formulación de la EM, ésta no ha sido formulada y desplegada adecuadamente. Esta, debe ser formulada de tal manera que se consideren los elementos más importantes de la EM que afectan las diferentes áreas funcionales de la empresa. Dentro de la literatura se encuentran una diversidad de investigaciones que analizan la formulación de la EM bajo diferentes maneras, así se puede citar a Avella et. al. (2001) quien formula la EM a través de las prioridades competitivas, áreas de decisión y programas de mejoramiento dentro de la empresa. Sin embargo, Denis Lagacé et.al. (2003) demostró que la adopción de programas de mejoramiento, no garantizan beneficios inmediatos.

Por otro lado, Maheshkumar P. et. al (2003) sostiene que para formular correctamente la estrategia de manufactura debe existir consistencia entre los acuerdos tomados por los gerentes generales y de manufactura con respecto a las prioridades estratégicas

seleccionadas para la obtención de buenos resultados operativos dentro de la empresa.

Pun et. al.(2004) afirma, que la formulación de la EM es concerniente con la definición de la misión y objetivos de la compañías, la evaluación de los ambientes internos y externos y la determinación de la selección de las estrategias. Por otro lado, Cheng & Musaphir (1996) sostienen que la formulación e implantación de la EM es una actividad racional que involucra identificación de oportunidades y riesgos así como la determinación de recursos materiales, técnicos, financieros y administrativos. Además, propone una metodología para formular la EM, la cual, consiste de los siguientes pasos: Iniciar una auditoria, agrupar los productos fabricados, grado de concentración en cada planta y desarrollo de la EM.

Evaluación de la EM

Otro problema en la EM es su evaluación, este problema se atribuye a la variedad de alternativas de decisión que intervienen en las diferentes áreas funcionales con diferentes indicadores de desempeño para evaluar la tecnología tal y como cita Ragho et.al.(1997). Por otra parte, Gorud R. y Ahlstrom D.(1997) argumentan que en la evaluación de la EM juegan un rol central los aspectos humanos y tecnológicos. Como se puede observar, la variedad de alternativas crea diversidad de criterios de decisión para una correcta evaluación de la EM, y además su extensión de la misma dificulta la selección de las mejores formas de operación que conduzca a las empresas a la obtención de resultados operativos satisfactorios.

Conclusiones

Puesto que existen empresas que operan en mercados diferentes, es difícil establecer un modelo general de la EM que garantice buenos resultados operativos en cualquier empresa. Además, el contenido de la EM esta conformado por variables del orden cuantitativo y cualitativo, haciendo la EM compleja. Para hacer frente a estos problemas, se propone el empleo de la teoría existente y de la práctica para definir el contenido incuestionable de la EM y un sistema neuro – difuso para la formulación correcta de la misma.

Referencias

- Avella Lucía, Esteban Fernandez y Camilo J. Vazquez. 2001. Analysis of Manufacturing strategy as an explanatory factor of competitiveness in the large Spanish industrial firm. *International Journal of Production Economics* Vol.72 Issue2, 20 July 2001 pages 139-157.
- Carmeli A. 2001 High – and Low performance firms: Do they have different profiles of perceived core intangible resources and business environment. *Technovation* 21
- Caron H.; St John; Alan R. Cannon; W.Pouder. 2001. Changes drivers in the new millenium: implications for manufacturing strategy research. *Journal of operations management*.
- Cheng T.C.E.; y Musaphir H. 1996. Theory and practice of manufacturing strategy. *International Journal of Production Research* 34 (5).
- Gorud Ragho y Ahlstrom. 1997. Technology assessment a socio-cognitive perspective. *Journal of Engineering and technology management*. N° 14
- Hateez Khalid; Zhang Yan Bing y Malak Naila. 2002. Determinig Key Capabilities of a firm using a analytic hierarchy process” *International Journal Production Economics* 76.
- Logacé Denis y Bourgault Mario. 2003. Linking manufacturing improvement programs to the competitive priorities of Canadian SMEs. *Technovation* 23.

Maheshkumar P.Jushs, Ravi Kathuria and Stephen J. Porth. 2003. Alignment of strategies priorities and performance: an integration of operations and strategic management perspectives. *Journal of operations management*, Vol21 Issue 3.

O Regan, Nicholas. 2004. The impact of Managament Techniques on performance in Technology based firms. *Technovation* 24.

Olhager Jan y Rodberg Martin. 2002. Linking Manufacturing strategy decisions on process choice with manufacturing planning and control systems. *Internationl Jurnal Production Research* 40 (10).

Pun K.F.; Chin K.S.; White A.S. y Gill R. 2004. Determinants of manufacturing strategy formulation: a longitudinal study in Hong Kong. *Technovation* 24.

Platts K.W., et al. 2002. Make Vs buy decisions: A process incorporating multi-attribute decision – making. *Int. Jour. of Production Economics* 77

Platts K.W. 1998. Testing Manufacturing strategy formulation process. *International Journal Production Economics*. Vol. 56-57

Schoroeder, Roger G. 1986. The content of manufacturing strategy. *Journal of Operations Management* 6 (4).

Construcción de un Modelo de Riesgo proporcional a Través de la Regresión Ridge

Manuel R. Piña Monarrez, Manuel A. Rodríguez Medina y Rey D. Molina Arredondo

RESUMEN

Debido al determinante rol que los coeficientes del modelo polinomial ajustado a los datos de un experimento, juegan en el Modelo de Riesgo Proporcional (MRP), con que se evalúa la vida de la herramienta para su reemplazo, es vital estimar en forma confiable su magnitud e intervalo de confianza. Se considera que el estimador de Mínimos Cuadrados (MC), con el que generalmente se estiman estos coeficientes, no es el mejor método de estimación cuando el problema conocido como multicolinealidad está presente, por lo que el (MRP), así determinado, no es el óptimo. Se propone el método conocido como Regresión Ridge (RR) para determinar los coeficientes del polinomio para el (MRP), dadas las ventajas que el estimador RR, tiene sobre MC, cuando el problema de multicolinealidad está presente.

1. Introducción

La vida útil de una herramienta es la duración de tiempo que esta mantiene una calidad aceptable de funcionamiento, la cual se ve afectada por varios aspectos como son el ambiente operacional y el desgaste presentado por su edad. Por eso, en estrategias de reemplazo, es necesario tomar en cuenta estos dos aspectos, ya que el ambiente operacional de las máquinas varía debido a condiciones de producción o de mantenimiento. La llave para la determinación de una estrategia óptima de reemplazo es el desarrollo de un modelo estadístico adecuado para modelar la vida de la herramienta. Como lo mencionan Merrick, Soyer y Mazzuchi (2003), la falta de una teoría física universalmente aceptable de fallas de herramientas, condujo al uso de modelos empíricos que describen las relaciones entre la vida útil de la herramienta y las variables operacionales. Taraman (1974) llevó a cabo un experimento diseñado para estimar los parámetros de este modelo empírico. Balakrishnan y DeVries (1985), extendieron este análisis, para permitir la actualización secuencial de parámetros estimados y la inclusión de información previa en el procedimiento de estimación. Mazzuchi y Soyer (1989), notaron que el modelo empírico propuesto por Taraman, tomaba en cuenta el efecto del ambiente operacional de la máquina pero fallaba en considerar la edad (o características de desgaste de la herramienta). Para considerar tanto el ambiente operacional como la edad, un MRP, fue propuesto para evaluar la vida de la herramienta y fue introducido por Cox en 1972. En la primera parte, el modelo, toma la función de riesgo λ_0 , (conocida en la literatura como tasa base de falla), para modelar la edad de la herramienta). En la segunda parte, el modelo representa el ambiente operacional a través de los coeficientes de regresión de un modelo polinomial y la matriz de covarianzas. Sin embargo, estas covarianzas entre los factores que determinan la vida operacional de la herramienta, hacen que los coeficientes estimados por OLS para el polinomio de regresión, sean demasiado grandes en valor absoluto y con intervalos de confianza demasiado amplios ya que las covarianzas se generan por falta de ortogonalidad entre los regresores, es decir, hay

multicolinealidad. Para minimizar los efectos que esta multicolinealidad provoca en la estimación de los coeficientes, aquí se utiliza el método de RGR para la estimación de estos coeficientes. La organización del artículo es como sigue. Sección 2: mínimos cuadrados y el problema de multicolinealidad; sección 3: desarrollo de la regresión ridge; sección 4: se determina el riesgo proporcional para la vida de la herramienta, utilizando MC y RR; sección 5: conclusiones y recomendaciones.

2 Modelo de Riesgo Proporcional (MRP)

El modelo de riesgo proporcional (MRP) fue inicialmente introducido por Cox (1972) e incorpora información covariada en un modelo de tiempo de falla. El modelo ha sido ampliamente aplicado en análisis de supervivencia y confiabilidad (Merrick, Soyer y Mazzuchi, 2003). El MRP es definido usando el concepto de razón de falla. Sea T_i la longitud de vida de la herramienta i . Asumiendo que la T_i es continua, la función de razón de falla de la distribución de T_i es definida como

$$\lambda_i(t) = \frac{f_i(t)}{R_i(t)} \quad (1)$$

donde $f_i(t)$ es la función de densidad de probabilidad de T_i y

$$R_i(t) = P(T_i \geq t)$$

Es la confiabilidad de la herramienta i en el tiempo t .

Sea \mathbf{X} una matriz no estocástica de p factores covariados que describe el ambiente operacional de la herramienta. Cox (1972) propone que la distribución de vida podrá ser hecha dependiente de \mathbf{X} vía la razón de falla, asumiendo que la razón de falla del i -ésimo artículo es un producto de una función de razón de falla base común y una función de covarianzas, explícitamente

$$\lambda_i(t; \mathbf{X}_i) = \lambda_0(t) e^{\beta^T \mathbf{X}_i} \quad (2)$$

donde β es un vector de p parámetros de regresión y $\lambda_0(t)$ es la función base de falla en el tiempo t , por lo que es fácil observar de (2), que los coeficientes β estimados juegan un determinante rol en la eficacia del modelo. Para ilustrar el procedimiento de cálculo de la tasa base de falla $\lambda_0(t)$, utilizamos los datos del diseño central compuesto originalmente publicado por Taraman (1974) y después analizado por Merrick, Soyer y Mazzuchi (2003), donde la variable de respuesta \mathbf{Y} es la vida de la herramienta en minutos y las variables predictoras X_1 , X_2 y X_3 son velocidad (Speed fpm), tasa de alimentación (Feed ipr) y profundidad de corte (Depth inches) respectivamente, estas variables fueron codificadas originalmente por Taraman (1974) de la siguiente forma.

$$X_1 = \frac{\ln \text{speed} - \ln 440}{\ln 570 - \ln 440} \quad X_2 = \frac{\ln \text{Feed} - \ln 0.00905}{\ln 0.01416 - \ln 0.029} \quad X_3 = \frac{\ln \text{depth} - \ln 0.029}{\ln 0.040 - \ln 0.029}$$

Las condiciones experimentales con las variables codificadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Condiciones experimentales y resultados

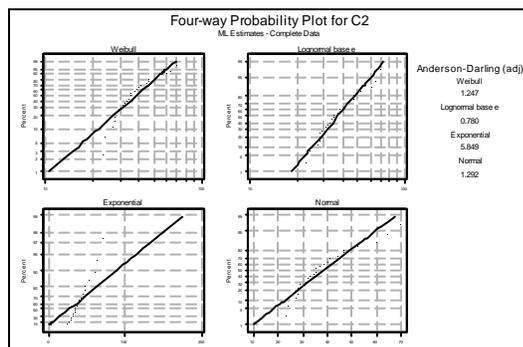
Corrida	Secuencia	Variables Naturales			Variables Codificadas									Tiempo min	
		Velocid sfpm	Alimenta (ipr)	Profun in	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃		
1	2	340	0.0063	0.0210	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	70
2	7	570	0.0063	0.0210	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	29
3	10	340	0.0142	0.0210	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	60
4	6	570	0.0142	0.0210	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	28
5	11	340	0.0063	0.0400	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	64
6	1	570	0.0063	0.0400	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	32
7	3	340	0.0142	0.0400	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	44
8	12	570	0.0142	0.0400	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24
9	8	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
10	9	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
11	4	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
12	5	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
13	18	305	0.0091	0.0290	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	52
14	17	635	0.0091	0.0290	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	23
15	15	440	0.0047	0.0290	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	40
16	14	440	0.0173	0.0290	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	28
17	16	440	0.0091	0.0135	0	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	46
18	13	440	0.0091	0.0455	0	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	33
19	20	305	0.0091	0.0290	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	46
20	19	635	0.0091	0.0290	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	27
21	22	440	0.0047	0.0290	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	37
22	23	440	0.0173	0.0290	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	34
23	24	440	0.0091	0.0135	0	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	41
24	21	440	0.0091	0.0455	0	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	28

La distribución de probabilidad que mejor se ajusta a la variable aleatoria de respuesta **Y**, aquí, es determinada por el software MINITAB utilizando la prueba Anderson Darling, la cual arroja los datos de la tabla 2, gráficamente representados también, en la figura 1.

Tabla 2: Valores Anderson Darling ajustados

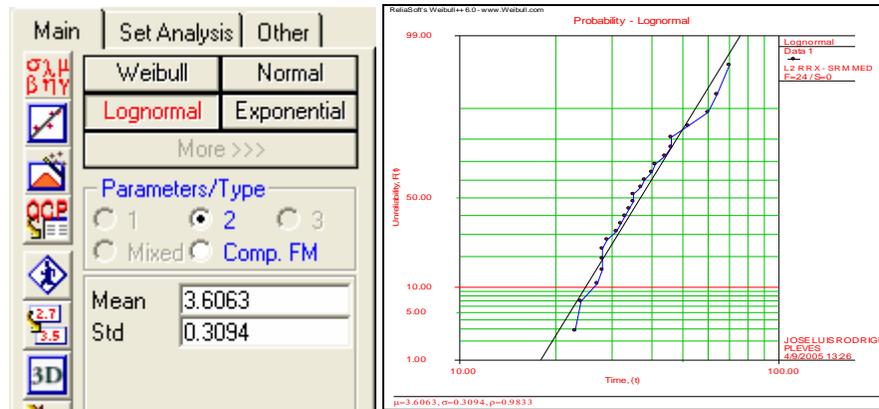
Distribución	Anderson-Darling (adj)
Weibull	1.247
Lognormal base e	0.780
Exponencial	5.849
Normal	1.292

Figura 1



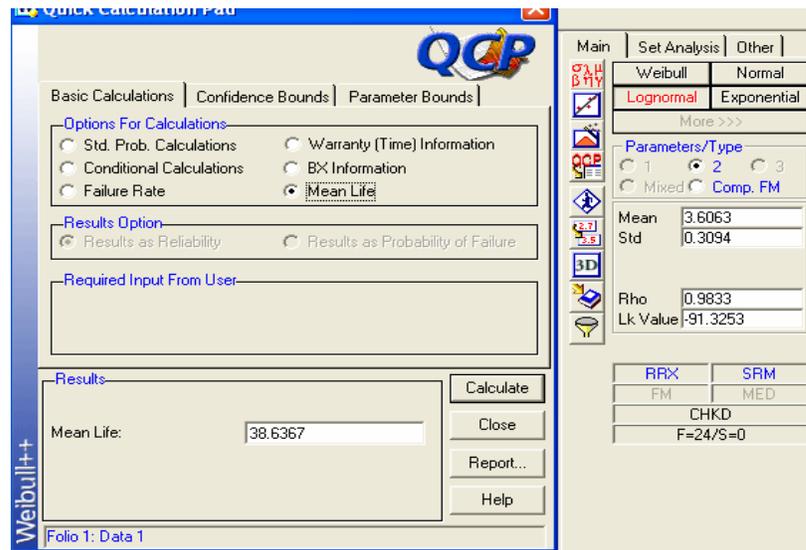
La distribución elegida para modelar los datos de acuerdo a esta prueba es la distribución **Log normal base e**. Los parámetros de la distribución Log normal con los que se calcula la probabilidad y la confiabilidad para cada tiempo de vida (t) estimado, utilizando el programa WEIBULL++, se presentan en la figura 2.

Figura 2: Parámetros de la distribución Log normal



Con los datos de la figura 2 y empleando la ecuación (1), calculamos la tasa base de falla λ_0 para el tiempo medio de vida de la herramienta, calculada con el programa WEIBULL++, en este caso es de 38.6367 (figura 3).

Figura 3. Tasa media de falla



Para el periodo de tiempo de la vida media de la herramienta se tiene una función de densidad $f = 0.033$ Y una confiabilidad $R = 0.4385$, entonces la tasa de riesgo base es calculada como:

$$\lambda_0 = \frac{0.033}{0.4385} = 0.07525$$

Los datos de λ_0 así obtenidos son utilizados para representar la primera parte del MRP, que consiste en la determinación de la tasa base de falla, que modela la edad de la herramienta, para la segunda parte del modelo, que representa el ambiente operacional, por lo que es necesario ajustar un polinomio a la matriz de covarianza \mathbf{X} .

3. Mínimos Cuadrados (MC) y el Problema de Multicolinealidad

Desde que MC es una proyección ortogonal sobre el espacio \mathbf{X} de un vector de respuestas \mathbf{Y} del tipo $\mathbf{y}_i = \mathbf{x}_i^t \hat{\boldsymbol{\beta}} + \boldsymbol{\varepsilon}_i$ (3)

donde:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & \mathbf{X}_{11} & \mathbf{X}_{12} & \dots & \mathbf{X}_{1p} \\ 1 & \mathbf{X}_{21} & \mathbf{X}_{22} & \dots & \mathbf{X}_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & \mathbf{X}_{n1} & \mathbf{X}_{n1} & \dots & \mathbf{X}_{np} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta}^t = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_n \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_1 \\ \boldsymbol{\varepsilon}_2 \\ \vdots \\ \boldsymbol{\varepsilon}_n \end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{\varepsilon}$, es un vector de errores aleatorio con $\mathbf{E}(\boldsymbol{\varepsilon}) = 0$ y $\mathbf{E}(\boldsymbol{\varepsilon}^t \boldsymbol{\varepsilon}) = \sigma^2 \mathbf{I}_n$ y $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ es un vector de $p \times 1$ de coeficientes de regresión desconocidos dado por $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^t \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^t \mathbf{Y}$, donde $\mathbf{X}^t \mathbf{X}$ es una matriz simétrica positiva definida no estocástica de rango p . MC, es el mejor estimador insesgado, ya que alcanza la varianza mínima de entre los estimadores insesgados como lo establece el teorema de Gauss Markoff; aunque este estimador es inconsistente al estimar los coeficientes del vector $\boldsymbol{\beta}$, cuando las columnas de la matriz \mathbf{X} no son ortogonales todas entre ellas, debido al problema de multicolinealidad que esta falta de ortogonalidad genera y que provoca que MC estime coeficientes demasiado grandes en valor absoluto con una varianza de estimación inflada. Esta varianza inflada provoca que los coeficientes estimados por MC sean inestables, llegando hasta a cambiar de signo cuando la matriz de correlaciones \mathbf{X} tiende a singular (Montomery, Peck y Vining), provocando con ello que la eficacia del modelo MRP, sea pobre en la determinación de la estrategia de reemplazo.

Como ejemplo, se ajusta un polinomio a los datos del diseño experimental presentado en la tabla 1, en el cual la variable de respuesta ha sido transformada a través de $\mathbf{y}_{i(\text{transf})} = \ln(\mathbf{y}_i)$. Los datos, se presentan en la tabla 3.

Corrida	Secuencia	Variables Naturales			Variables Codificadas										Ln Tiempo min
		Velocid sfpm	Alimenta (ipr)	Profun in	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃		
1	2	340	0.0063	0.0210	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	4.24850
2	7	570	0.0063	0.0210	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	3.36730
3	10	340	0.0142	0.0210	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	4.09434
4	6	570	0.0142	0.0210	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	3.33220
5	11	340	0.0063	0.0400	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	4.15888
6	1	570	0.0063	0.0400	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	3.46574
7	3	340	0.0142	0.0400	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	3.78419
8	12	570	0.0142	0.0400	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.17805
9	8	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55535
10	9	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.43399
11	4	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.63759
12	5	440	0.0091	0.0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55535
13	18	305	0.0091	0.0290	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3.95124
14	17	635	0.0091	0.0290	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3.13549
15	15	440	0.0047	0.0290	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	3.68888
16	14	440	0.0173	0.0290	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	3.33220
17	16	440	0.0091	0.0135	0	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	3.82864
18	13	440	0.0091	0.0455	0	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	3.49651
19	20	305	0.0091	0.0290	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3.82864
20	19	635	0.0091	0.0290	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3.29584
21	22	440	0.0047	0.0290	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	0	3.61092
22	23	440	0.0173	0.0290	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	0	3.52636
23	24	440	0.0091	0.0135	0	0	-√2	0	0	2	0	0	0	0	3.71357
24	21	440	0.0091	0.0455	0	0	√2	0	0	2	0	0	0	0	3.33220

Tabla 3: Condiciones experimentales y resultados

El polinomio cuadrático ajustado y el análisis de varianza generado por Minitab es:

$$\hat{y} = 3.50 - 0.303X_1 - 0.0922X_2 - 0.0915X_3 + 0.0482X_1^2 + 0.0416X_2^2 + 0.0682X_3^2 + 0.0258X_{12} + 0.0430X_{13} - 0.0591X_{23}$$

Análisis de Varianza

Source	DF	SS	MS	F	P
Regresion	9	1.86101	0.20678	13.11	0.000
Residual Error	14	0.22081	0.01577		
Lack of Fit	5	0.13732	0.02746	2.96	0.075
Pure Error	9	0.08348	0.00928		
Total	23	2.08181			

S = 0.1256 R-Sq = 89.4% R-Sq(adj) = 82.6%

El análisis de varianza, muestra para un valor de significancia de $\alpha = 0.05$ que la regresión es significativa y la falta de ajuste no lo es, por lo que el modelo así ajustado, **aunque no es el óptimo**, puede ser utilizado para modelar el ambiente operacional de la vida de la herramienta. Para ver por que el modelo no es el óptimo, analicemos la matriz simétrica X^tX .

$$(X^tX) = \begin{bmatrix} 24 & 0 & 0 & 0 & 16 & 16 & 16 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 16 & 0 & 0 & 0 & 24 & 8 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 16 & 0 & 0 & 0 & 8 & 24 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 16 & 0 & 0 & 0 & 8 & 8 & 24 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \end{bmatrix}$$

En esta matriz, se observa que no todas sus columnas son ortogonales, por lo que sufrió un deterioramiento durante su inversión, generando con ello coeficientes estimados que pueden ser mejorados. Los datos de la tabla 4 escalados por el método normal unitario para evitar el deterioramiento innecesario, sobre el valor promedio de la variable de respuesta Y , se presentan en la Tabla 4.

X_1	X_2	X_3	X_1^2	X_2^2	X_3^2	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$\ln(y_i)$
-0.25	-0.25	-0.25	0.091287	0.091	0.091	0.354	0.354	0.354	0.44507
0.25	-0.25	-0.25	0.091287	0.091	0.091	-0.35	-0.35	0.354	-0.16567
-0.25	0.25	-0.25	0.091287	0.091	0.091	-0.35	0.354	-0.35	0.33822
0.25	0.25	-0.25	0.091287	0.091	0.091	0.354	-0.35	-0.35	-0.18999
-0.25	-0.25	0.25	0.091287	0.091	0.091	0.354	-0.35	-0.35	0.38296
0.25	-0.25	0.25	0.091287	0.091	0.091	-0.35	0.354	-0.35	-0.09744
-0.25	0.25	0.25	0.091287	0.091	0.091	-0.35	-0.35	0.354	0.12327
0.25	0.25	0.25	0.091287	0.091	0.091	0.354	0.354	0.354	-0.29683
0	0	0	-0.18257	-0.18	-0.18	0	0	0	-0.03533
0	0	0	-0.18257	-0.18	-0.18	0	0	0	-0.11945
0	0	0	-0.18257	-0.18	-0.18	0	0	0	0.02166
0	0	0	-0.18257	-0.18	-0.18	0	0	0	-0.03533
-0.35	0	0	0.365148	-0.18	-0.18	0	0	0	0.23905
0.354	0	0	0.365148	-0.18	-0.18	0	0	0	-0.32633
0	-0.35	0	-0.18257	0.365	-0.18	0	0	0	0.05721
0	0.354	0	-0.18257	0.365	-0.18	0	0	0	-0.18999
0	0	-0.35	-0.18257	-0.18	0.365	0	0	0	0.15408
0	0	0.354	-0.18257	-0.18	0.365	0	0	0	-0.07611
-0.35	0	0	0.365148	-0.18	-0.18	0	0	0	0.15408
0.354	0	0	0.365148	-0.18	-0.18	0	0	0	-0.21519
0	-0.35	0	-0.18257	0.365	-0.18	0	0	0	0.00318
0	0.354	0	-0.18257	0.365	-0.18	0	0	0	-0.05543
0	0	-0.35	-0.18257	-0.18	0.365	0	0	0	0.07432
0	0	0.354	-0.18257	-0.18	0.365	0	0	0	-0.18999

Tabla 4: Condiciones experimentales y resultados escalados

El polinomio cuadrático ajustado a los datos escalados y el análisis de varianza generado por Minitab es:

$$\hat{y} = -0.840X_1 - 0.256X_2 - 0.254X_3 + 0.122X_1^2 + 0.105X_2^2 + 0.173X_3^2 + 0.0505X_1X_2 + 0.0843X_1X_3 - 0.116X_2X_3$$

Análisis de Varianza					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	0.893935	0.099326	13.11	0.000
Residual Error	14	0.106067	0.007576		
Lack of Fit	5	0.065963	0.013193	2.96	0.075
Pure Error	9	0.040104	0.004456		
Total	23	1.000002			
S = 0.08704 R-Sq = 89.4% R-Sq(adj) = 82.6%					

Al igual que para los datos originales el análisis de varianza de los datos escalados muestra para un valor de significancia de $\alpha=0.05$ que la regresión es significativa y la falta de ajuste no lo es, por lo que es posible la aplicación del método ridge a estos datos. (observe que la desviación estándar se redujo considerablemente).

4. Regresión General Ridge (RGR)

El método de regresión ridge, es un método para detectar la multicolinealidad dentro de un modelo de regresión del tipo $Y = X\beta + \varepsilon$ como se definió en (1). El método fue propuesto por Horel y Kennard en 1970 y es usado para

trabajar con modelos que presentan sesgo. La idea del método es simple y consiste en que dado que la matriz $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ es altamente condicionada o cercana a singular, es posible agregar constantes positivas a los elementos de la diagonal, para asegurar que la matriz resultante, no sea altamente condicionada (Creel, 2002). El estimador ridge es definido como:

$$\tilde{\beta} = [\Delta + \mathbf{K}]^{-1} \tilde{\mathbf{X}}' \mathbf{Y} \quad (5)$$

donde

$$\Delta = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_p \end{bmatrix}, \mathbf{K} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & k_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & k_p \end{bmatrix} \text{ for } k_i \geq 0.$$

k es llamado el parámetro de cerradura o de Shrunken (ver Box y Draper 1987 Appendix 13D y Obenchain, 1975). Desde que el valor esperado de $E(\tilde{\beta}) \neq \beta$, este procedimiento no es el más eficiente, pero como quiera desde que esta estimación es sesgada, tiene el efecto de reducir la varianza en la estimación. Es fácil mostrar que la varianza resultante en la estimación de $\tilde{\beta}$ es $\text{var}(\tilde{\beta}_j) = \sigma^2 [\lambda_j / (\lambda_j + k_j)^2]$ (6) y que el CME está dado por

$$\text{CME}(\hat{\alpha}^*) = \sigma^2 \sum [\lambda_i / (\lambda_i + k_i)^2] + \sum [k_i^2 \alpha_i^2 / (\lambda_i + k_i)^2] \quad (7)$$

la cual es una función decreciente desde el momento que $f'_i(k) < 0$ si $k_i < \sigma^2 / \alpha_i^2$, implicando que el CME de la estimación Ridge es menor que el CME de OLS para todo valor de k_i en el intervalo $0 < k_i < \sigma^2 / \alpha_i^2$ (Piña, Rodríguez y Díaz, 2005).

Como ejemplo, ajustaremos el polinomio a través de este método a los datos presentados en la tabla 5. El polinomio ajustado para los datos escalados usando un valor $K=0.468936566$, el cual representa un valor de $R^2 = 0.80$ es:

$$\hat{y} = -0.57205X_1 - 0.17406X_2 - 0.17275X_3 + 0.06675X_1^2 + 0.05473X_2^2 + 0.10308X_3^2 + 0.03437X_1X_2 + 0.05739X_1X_3 - 0.07892X_2X_3$$

El polinomio para los coeficientes no escalados y equivalente al ajustado a la tabla 4 es:

$$\hat{y} = 3.54717 - 0.20634X_1 - 0.06278X_2 - 0.06231X_3 + 0.02637X_1^2 + 0.02163X_2^2 + 0.04073X_3^2 + 0.01753X_1X_2 + 0.02927X_1X_3 - 0.04026X_2X_3$$

5. Riesgo Proporcional a través de MC y (RR)

El pronóstico de la vida de la herramienta a través del MRP, en el cual el ambiente operacional es representado por el modelo polinomial y la matriz de covarianza obtenida por mínimos cuadrados se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Riesgo Proporcional utilizando OLS

Riesgo base	Ambiente Operacional																			RP
	Ambiente Operacional									Vector de Regresores										
h0(t)	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	
0.07526	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.07	0.03	0.04	-0.1	4.79104
0.07526	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.21388
0.07526	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	4.13939
0.07526	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.17831
0.07526	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	3.99861
0.07526	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.26132
0.07526	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.81046
0.07526	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	1.75654
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.49215
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.49215
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.49215
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.49215
0.07526	-1.4	0	0	2	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	4.21249
0.07526	1.41	0	0	2	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	1.78790
0.07526	0	-1.4	0	0	2	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	3.08558
0.07526	0	1.41	0	0	2	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.37728
0.07526	0	0	-1.4	0	0	2	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	3.06163
0.07526	0	0	1.41	0	0	2	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.36351
0.07526	-1.4	0	0	2	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	4.21249
0.07526	1.41	0	0	2	0	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	1.78790
0.07526	0	-1.4	0	0	2	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	3.08558
0.07526	0	1.41	0	0	2	0	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.37728
0.07526	0	0	-1.4	0	0	2	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	3.06163
0.07526	0	0	1.41	0	0	2	0	0	0	3.5	-0.3	-0.09	-0.09	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	-0.1	2.36351

De la tabla se observa que el ambiente operacional que pronostica un tiempo de supervivencia mayor para la herramienta de corte es RP = 4.79104, para el cual los niveles de las variables son: -1, -1 y -1 para datos codificados (o equivalentemente X_1 = Velocidad de corte 340 fpm X_2 = tasa de alimentación 0.0063 ipr y X_3 = profundidad de corte 0.0210 in). De igual forma, el pronóstico del riesgo proporcional utilizando el método Ridge es presentando en la tabla 6.

Tabla 6. Riesgo proporcional utilizando el método Rinde.

Riesgo base	Ambiente Operacional																		RP	
	Vector de Covarianzas									Vector de Regresores										
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8		B9
h0(t)																				
0.07526	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	4.00289
0.07526	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.41268
0.07526	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	3.69477
0.07526	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.38872
0.07526	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	3.61242
0.07526	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.44777
0.07526	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.83839
0.07526	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.06299
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.61253
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.61253
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.61253
0.07526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.61253
0.07526	-1	0	0	2	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	3.68720
0.07526	1.4	0	0	2	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.05700
0.07526	0	-1	0	0	2	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.98131
0.07526	0	1.4	0	0	2	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.49626
0.07526	0	0	-1	0	0	2	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	3.09534
0.07526	0	0	1.4	0	0	2	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.59519
0.07526	-1	0	0	2	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	3.68720
0.07526	1.4	0	0	2	0	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.05700
0.07526	0	-1	0	0	2	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.98131
0.07526	0	1.4	0	0	2	0	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.49626
0.07526	0	0	-1	0	0	2	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	3.09534
0.07526	0	0	1.4	0	0	2	0	0	0	3.55	-0.2	-0.1	-0.1	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	-0.04	2.59519

De la tabla se observa que el ambiente operacional que pronostica un tiempo de supervivencia mayor para la herramienta de corte es $RP = 4.002895$, para el cual los niveles de las variables son: -1, -1 y -1 para datos codificados (o equivalentemente $X_1 =$ Velocidad de corte 340 fpm $X_2 =$ tasa de alimentación 0.0063 ipr y $X_3 =$ profundidad de corte 0.0210 in).

6. Conclusiones

Dado que ambos modelos (tabla 5 y 6), tienen el mayor riesgo proporcional, para los mismos niveles de las variables predictoras, estaríamos tentados a establecer las estrategias de reemplazo, de acuerdo al valor del riesgo proporcional mayor ($RP=4.79104$ obtenido por OLS), cuando en realidad, por lo establecido en la sección 3, es claro que los coeficientes del vector β , contiene componentes β_i , que pueden ser grandes en valor absoluto (esto debido a los factores de inflación de la varianza de la estimación), y que originaron como resultado que el $RP=4.79104$, esté sobre estimado, por lo que las estrategias de reemplazo así establecidas originaría costos de mantenimiento correctivo innecesarios, que pueden ser minimizadas al establecer estas estrategias a través del RP calculado utilizando el vector β calculado por el método de RR, ya que el valor de $RP = 4.002895$, calculado con este método, no es que sea más conservativo, si no que fue calculado con un vector con coeficientes más estables, como se muestra en la desviación menor de estimación que se presentó en la sección 3 para datos escalados. Por lo anterior es claro que cuando estemos ajustando un modelo polinomial a una matriz que presenta en mayor o menor grado el problema de multicolinealidad, es recomendable ajustar el polinomio a través de la regresión ridge.

Referencias

- Balakrishnan, P., and DeVries. M. F. 1985. Sequential Estimation of Machinability Parameters for Adaptive Optimatization of Machinability. *Data Base Systems, Journal of Engineering for Industry*, 27, 159-166
- Box G. E. P. and Draper N. R. 1987, *Empirical Model-Building and Response Surfaces*, New York: Jhon wiley and Sons.
- Cox, D. R. 1972. Regression Models and Life Tables. *Journal of the Royal Statistical Society, Ser. B*, 34, 187-220.
- Creel M. 2002, *Graduate Econometrics Lecture Notes*. España: University of Barcelona.
- Hoerl, A. E. y R. W. Kennard, 1970a, Ridge Regression: Biased estimation for nonorthogonal problems, *Technometrics*, 12, 55-67.
- Hoerl, A. E. y R. W. Kennard, 1970b, Ridge Regression: Aplicaciones to nonorthogonal problems, *Technometrics*, 12, 69-82.
- Mazzuchi, T. A. and Soyer. 2003. A Bayesian Semiparametric Analysis of the reliability and Maintenance of Machine Tools. *American Statistical Association and the American Society for Quality*, Vol 45.
- Mazzuchi, T. A. and Soyer, R. 1989. Assesment of machine tool reliability using a proportional hazards Model. *Naval Research Logistics*, Vol. 36, 765-777.
- Montgomery, Peck y Vining. 2002, *Introducción al Análisis de Regresión Lineal*, México: Grupo Patria Cultural
- Obenchain R. L. 1975, Ridge Analysis Following a Preliminary Test of the Shrunken Hypotesis. *Technometrics*. Vol. 17, No.4, 431-441.
- Piña, Rodriguez y Díaz 2005. Superioridad de la Regresión General Ridge sobre Mínimos Cuadrados. México: CULCYT, Año 2, Num. 6.
- Taraman, K. 1974. Multi machining output-multi independent variable turning research by response surface methodology. *Int. J. Prod. Res.*, Vol 12, 233-245.

Cartas Biológicas a una Dama

Jakob von Uexküll

Carta Novena.- Familia

Señora: Reconocida la especie como un ser vivo, independiente por sí y en sí concluso, termina la comedia del hombre mono, representada por Haeckel, Darwin y sus partidarios. Durante algún tiempo amenazó dicha teoría degenerar en lucha religiosa, y últimamente, en Norteamérica, ha ocasionado el famoso proceso del mono. La especie "hombre" es un ser vivo en sí, con leyes propias y propio origen.

Sin duda tienen los hombres muchos genes comunes con los monos; sin duda la melodía morfo genética del germen humano corre durante buen tiempo paralela a la melodía del mono. Pero el sujeto humano, formado por una melodía morfo genética, constituye una especie totalmente diferente del sujeto humano.

Sin duda ofrecen diferencias, sobre todo en percepción. Para establecer acudir a los salvajes suministra bastantes embargo, el plan de todas las disposiciones del diferente del plan a que

No siempre es a causa de la frecuente razas. Pero en general, la unidad y forma la base del Historia Natural.

La figura de la gigantesco enrejado, no conocimiento por simple

como las figuras extensas de nuestro mundo circundante. Por una parte, la especie consta de múltiples figuras extensas, separadas en el espacio, y en segundo lugar, es necesario observar también el origen y nacimiento en el tiempo de esas figuras aisladas para descubrir la figura de la especie.

La especie no es invisible, pero sí es "supravisible", es decir, que la posibilidad de su conocimiento excede las capacidades de nuestros órganos sensoriales. Así, pues, aunque no podemos obtener una visión inmediata, de ese ser extraño que llamamos especie, no por eso la especie se sustrae a nuestro conocimiento. Al profundizar en las relaciones mutuas de las especies, nuestro mundo circundante se enriquece y se multiplica al mismo tiempo.



los hombres entre sí grandes sus mundos de la este hecho no hace falta africanos; la patria propia ejemplos convincentes. Sin conjunto a que obedecen hombre es, en esencia, obedece el tipo mono. fácil delimitar las especies, subdivisión en subespecies y especie constituye una sistema universal en la especie, semejante a un puede llegar a nuestro contemplación de la mirada,

Contemplamos entonces las grandes líneas directivas de la estructura cósmica. Porque todos esos sillares superindividuales encajan unos en otros con la mayor exactitud, no sólo en sus propiedades de espacio, sino también en las de tiempo.

Cuando considera el cielo estrellado, siente el astrónomo que su persona se reduce a un minúsculo granito de polvo. Igualmente, el biólogo, cuando considera la estructura del mundo viviente, se ve reducido a una simple piedrecilla entre millones y millones de otros sillares que, desde incalculables tiempos, sirven a la construcción del ingente edificio. A pesar de lo cual, se siente creado por las mismas leyes cósmicas que crearon el edificio entero y se ve incluido en el conjunto, no inútil ni insignificante, sino necesario en un plan general.

Mientras mantenemos ante nuestra vista el sino particular de un individuo, dijérase que el acaso representa en él el principal papel; pues con harta frecuencia sucede que las relaciones del individuo con su mundo circundante permanecen en potencia, eludiendo así nuestra observación. Pero cuando hemos incorporado a nuestro conocimiento un número suficiente de individuos, las relaciones se actualizan y se hacen cognoscibles para nosotros. Entonces es posible abarcar con la mirada la totalidad de los círculos funcionales y comprobar la adaptación del individuo a su mundo circundante.

Pero sólo cuando dirigimos la mirada a la totalidad de la especie es cuando conocemos que los casos accidentales de la existencia individual tienen su puesto en el plan del conjunto.

Si bien nuestra capacidad cognoscitiva no alcanza a comprender la estructura total de las especies que sustentan la vida del mundo en torno nuestro, sin embargo, obtenemos una inteligencia de la unidad en esa muchedumbre cuando, retrocediendo, lanzamos una mirada sobre la historia de la tierra. Alzase ante nuestros ojos atónitos un palacio de tantos pisos como períodos geológicos. En cada piso está realizado un plan distinto, que imprime su sello característico a la construcción. Comienza con la sencilla vida de los radiarios y crustáceos inferiores, con los cefalópodos en el silúrico y llega hasta la fauna y flora grotescas del cretáceo.

Es de desear que algún día se construya un museo gigantesco, según este bosquejo, para que los representantes principales de las clases animales de cada época nos ofrezcan una visión conjunta de los diferentes estilos que dominan en cada piso del palacio terrestre.

Conocida la especie como conjunto total y estudiada la estructura de las especies en los distintos períodos geológicos, volvamos a los elementos de que se compone la especie. Los elementos de la especie son los individuos. Los individuos constituyen la red gigantesca que representa la especie y que se dilata sobre amplios espacios e inabarcables períodos de tiempo.

Lo primero que percibimos en los individuos de todas las especies es su división en dos sexos. Dondequiera surge la nueva generación por ayuntamiento de dos individuos de diferente sexo. El ayuntamiento es necesario para producir la mezcla siempre renovada de los genes. De la nueva mezcla salen nuevos individuos, que guardan unos con otros una relación armónica. En lugar de armonía de la especie suele decirse carácter específico; éste carácter específico está más fuertemente impreso en las subespecies bajo la forma de carácter racial y entonces aparece con mayor claridad.

Cada individuo recibe en su curso vital, además de su organización propia, un cierto tesoro de genes que han de servir en el futuro ayuntamiento para nuevas mezclas.

En la organización corporal están comprendidos los órganos sexuales, que sirven de instrumento para la generación. Pero, además, cada individuo tiene que poseer determinados órganos sensoriales, que le permitan

“percibir” el individuo del otro sexo y determinadas notas exteriores que le permitan “ser percibido” por el otro sexo.

Ambos sexos deben, pues, servir uno para otro de notificadores, para que los círculos funcionales de la pareja puedan acoplarse.

Si la reproducción se verificase sin previo ayuntamiento de los sexos; si cada individuo ofreciese a la morfogénesis su provisión de genes nada más, sería entonces imposible la mezcla, y los sucesores igualarían a los antecesores por siempre en monótona identidad, presentando tan sólo frágiles variaciones en su fenotipo. No habría, pues, especie, con su extenso y multicolor enrejado, sino solo una ininterumpida cadena de individuos eternamente iguales.

Muchos animales necesitan, para su total desarrollo, además del material alimenticio contenido en el germen, en el huevo, en la irrigación sanguínea de la madre, otro suplemento de alimentación, que consiste en una parte del botín recogido por los padres. Esto exige acciones especiales por parte de los padres, acciones que comprendemos con el nombre de *crianza*. La crianza comprende, además, en muchos casos, la edificación de habitaciones adecuadas, como nidos o como cuevas, y las medidas preventivas para defenderse de los enemigos, etc.

Los actos que constituyen la crianza de los pequeñuelos no pueden quedar abandonados al azar o a la experiencia adquirida mediante pruebas, ensayos y fracasos, pues no llenan entonces cumplida y certestamente su misión.

Los padres han de realizar determinados actos, reglados con toda exactitud, para que los pequeños se crien bien. Estos actos llámense actos instintivos.

¿Cómo se verifican los actos instintivos? Es claro que si en el mundo de la percepción de un animal son varias las notas que le envían sus estímulos, las acciones del animal habrán de ofrecer una inseguridad. Ora éste, ora aquel círculo funcional comenzará a actuar, lo que producirá una gran confusión.

Por eso la naturaleza ha tomado ciertas disposiciones protectoras contra el exceso de las notas.

En los animales inferiores el número de notas es, en sí mismo, pequeñísimo; pero en los animales algo superiores, con múltiples círculos funcionales, no cabe limitar el número de las notas sino por medio de cierto *umbral* o límite de los estímulos, que anula la efectividad, ya de esta, ya de aquella nota.

El más cómodo de esos umbrales es el sueño, que reprime todos los estímulos. Otro umbral también importante, es la saciedad, que reprime todas las notas del botín. Pero existen otros muchos umbrales, que nosotros, inadecuadamente, designamos con nombres de sentimientos humanos, como miedo, amor, etc. nada sabemos de tales sentimientos en los animales. Lo único que podemos percibir es el hecho de que, en ciertos casos, el umbral de un círculo funcional queda muy rebajado, mientras el de todos los demás círculos funcionales se eleva. El ejemplo más notorio de este hecho es la conducta de los animales durante el celo; en esta época aumentan en efectividad las notas que caracterizan a los animales del sexo contrario y pierden efectividad las notas que señalan enemigos o botín.

Cuando mediante cierta disposición del umbral —que podemos representarnos como una represión fisiológica de la excitación en el órgano receptor— queda un animal en situación de percibir sólo las notas de un círculo funcional, entonces puede verificarse una sucesión ordenada de sus actos, si en el mundo circundante las notas se siguen en determinado orden.

Así, tras la nota de olor que envía la presa viene, necesariamente, la nota óptica, tan pronto como la fiera, al percibir la primera nota, se acerca a su presa. Percibida la segunda nota, perteneciente al mismo círculo funcional, el animal se lanza sobre la presa y la despedaza con los dientes, percibiendo entonces la tercera nota, la nota del gusto.

Pero no siempre el mundo circundante ofrece por sí mismo la serie de las notas que regula la serie de actos. Cuando, por ejemplo, un animal no consume la presa capturada, sino que se la lleva a sus pequeños, el mundo circundante ha fallado. La serie de los actos ha sido suscitada por una regla interior de la serie de los umbrales. En este caso, la presa capturada no actúa como nota para los movimientos de masticar y tragar, sino para los movimientos de llevarse la presa a la guarida.

Los hermosos trabajos de Fabré nos han dado a conocer muy bien la serie de actos que ejecuta la avispa *sflex* en la crianza de sus pequeños. El *sflex* arrastra su presa, paralizada, a la cueva que él mismo ha cavado y en donde se encuentra su prole. Fabré consiguió demostrar que la serie de los actos obedece a una serie de notas características para el *sflex*, y queda interrumpida tan pronto como se elimina una nota necesaria. En este caso, la oscuridad de la cueva es un miembro necesario en la serie de las notas. Si se elimina poniendo la cueva al descubierto, el *sflex* pierde su orientación, siempre seguidísima; corre entonces con su presa, desconcertado, de acá para allá, pisoteando sin reparo su propia prole.

Estos ejemplos nos hacen ver claramente que en los mundos circundantes de la mayor parte de los animales no aparece nunca más que una nota en un momento, y que la sucesión de las notas está determinada por una regla interior.

Dicha regla puede también adquirirse por repetidas experiencias; entonces decimos que los actos son también actos de experiencia. Numerosos experimentos, dispuestos para el estudio de estos actos, introduciendo, por ejemplo, los animales en un laboratorio en el cual han de orientarse para encontrar su alimento, han demostrado, en realidad, que es posible, aún en los cangrejos de mar, establecer la existencia de un comienzo al menos de formación de reglas experimentales. En efecto, los cangrejos aprenden a reconocer el camino más corto y lo toman luego con bastante seguridad.

Pero las reglas debidas a la experiencia carecen siempre de la seguridad absoluta e inmutabilidad que poseen aquellas otras reglas que, antes de toda experiencia, rigen las acciones instintivas de los animales.

Los actos instintivos pueden consistir en una serie de actos, disparada toda ella por una sola nota. Entonces se trata de procesos ordenados en el órgano director central.

Pero las más veces las acciones instintivas se fundan en una serie de notas, determinadas de antemano. Estas notas deben entonces existir siempre en el mundo circundante, que normalmente rodea al animal, ya porque actos precedentes del animal las hayan creado, ya porque pertenezcan necesariamente a los notificadores normales.

La construcción de los nidos obedece a una de estas series instintivas de notas. Todo pájaro, aún si fue sustraído del nido materno antes de salir del cascarón, sabe construir el nido de sus padres con perfecta seguridad. Tan pronto como encuentra el material necesario, se apodera sin vacilar de la brizna conveniente, y la coloca donde es preciso. ¿Qué notas son las que guían en esta labor? Desgraciadamente, lo ignoramos aún. Pero es lo cierto que le guían con absoluta seguridad.

Así, la naturaleza crea inmediatamente en los dos sexos de una especie las propiedades y acciones que determinan la formación de la familia. También forma a los hombres en dos sexos y les imprime reglas impulsivas; pero casi siempre quedan éstas oscurecidas por el predominio de las reglas experimentales.

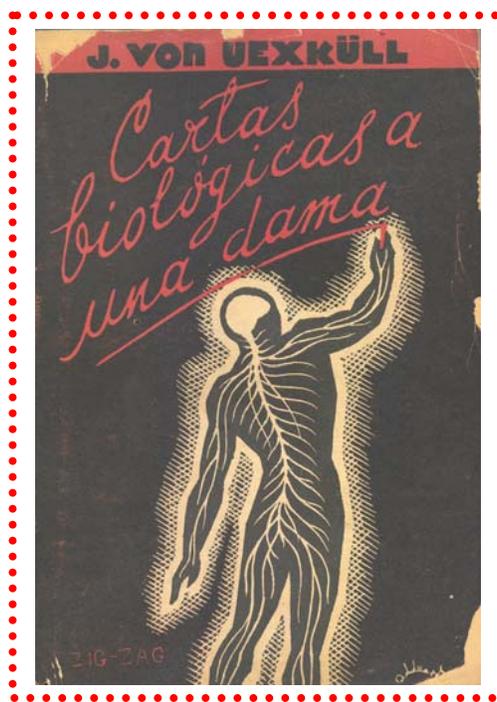
En la vida familiar debe manifestarse la armonía de los individuos pertenecientes al mismo genotipo. La comunidad familiar es tan estrecha, que, involuntariamente, los individuos que componen la familia se hacen notar unos a otros las notas nuevas en su mundo circundante; de suerte que cada cual, por estímulo de los demás, amplifica sus notas hasta que, por último, un mismo mundo de la percepción envuelve a la familia entera.

Imaginemos la vida familiar extendida con igual libertad sobre todo un pueblo; imaginemos también que las familias están unidas entre sí por un comercio fraternal; entonces todo el pueblo habrá de resonar, como múltiple volteo de campanas, cuando una nueva y hermosa idea recorra el mundo humano.

En Nápoles, donde aún vive el canto popular, los compositores cantan sus canciones primeramente a los cantores callejeros. Los aficionados las oyen y conservan en la memoria para trasladarlas luego a sus fiestas familiares. Pocos meses después, oyen los compositores sus propios cantares, enriquecidos a veces con extrañas variaciones. Y sólo entonces aparecen las canciones impresas, en el comercio.

Lo que acontece en Nápoles con la canción popular podría tornarse hermosa verdad en arte, religión filosofía, si todas las familias de un pueblo participasen en estas ocupaciones. Pero para ello necesitaría estar realizado el ideal popular de la libertad, igualdad y fraternidad en su profundo sentido, entendiéndolo como una posibilidad igual para todos, de manifestar las aptitudes individuales en fraternal armonía.

Sólo entonces podría resonar la sinfonía verdadera de las mil campanas, acordadas todas a distinto temple. Pero cuando la igualdad es impuesta a las familias por la fuerza, todo acaba en vano cascabeleo.



Cartas biológicas a una dama, es un raro libro de divulgación científica que originalmente fue publicado en alemán, en 1920, como *Biologische Briefe an eine Dame*, e impreso en Berlín. Su autor, Jakob von Uexküll, lo dedicó a su esposa Gudrun, Condesa de Schwerin-Schwerinsburg. Uexküll, considerado como el fundador de la *biosemiótica*, fue un notable zoólogo y filósofo de la biología. La obra, *Cartas biológicas a una dama*, fue traducida al español por Manuel García Morente, y publicada en 1925 en la *Revista de Occidente* de Ortega y Gasset. La presente excerpta procede de una vieja impresión de la editora chilena Zig-Zag. No indica quien tradujo la obra –probablemente sea la de García Morente–, ni tampoco tiene fecha de publicación. CULCyT.



A veces me siento y pienso...



y a veces, nada más me siento

Ser mejores... ¿se puede..., en qué?

Las posibilidades son amplias, podemos pensar que en casi todo se puede mejorar. ¿Y entonces de qué depende que se pueda ser mejor? En primera instancia de uno mismo, si es un solo individuo el que quiere mejorar; y de un colectivo si se trata de un grupo de personas organizadas para un fin y que también quiere mejorar.

El principio fundamental es tener claridad en qué es lo que no se hace correctamente, es decir, identificar plenamente dónde uno mete la pata (hablando coloquialmente). Aunque esto parece simple, no lo es tanto. Sobre todo porque no estamos acostumbrados a hacer un alto después de haber terminado algún trabajo y evaluar los resultados no en función del producto entregado simplemente, sino en función de todo lo que se tuvo que hacer para llegar a tener ese producto terminado.

Algunos ejemplos. La gran mayoría de los estudiantes de cualquier grado, ya sea en grupo o en forma individual, al entregar un trabajo terminado y recibir una retroalimentación sobre el mismo, no son capaces de cuestionarse que fue lo que hicieron mal y que fue lo que hicieron bien. En el mejor de los casos medio entienden que en algo acertaron o que en algo fallaron. Pero no hay una clara conciencia de dónde y porqué. La mayoría de las veces las reacciones de las personas ante el fracaso o el éxito de algo que se emprende son simplemente la lamentación o la celebración según sea el caso. No hay un capítulo para asegurarnos de no cometer los mismos errores si no dimos en el clavo o para asegurarnos de hacer lo mismo si dimos en el blanco. A lo más, queda una sensación lejana y vaga de que se puede hacer mejor o una euforia embriagadora de triunfo.

Hay dos preguntas básicas que debieran guiar la reflexión al final de un trabajo terminado. ¿Cómo hicimos lo que hicimos y por qué hicimos lo que hicimos?

Estas dos preguntas implican dos conceptos medulares: que pasos se siguieron para llegar a

conseguir lo que se quería: **proceso**; y porque se siguieron esos pasos y cómo fue que se hicieron: **evaluación**.

Palabras más palabras menos, el proceso está compuesto de una serie de actividades y una secuencia de ejecución. Intuitivamente todo mundo siempre realiza alguna serie de actividades para hacer algo. Piense y se dará cuenta, el más mínimo objetivo que quiera alcanzarse lleva aparejado una serie de pasos; desde ir al trabajo, a la escuela, al cine, cocinar... hasta el trabajo más complejo. El problema generalmente es que no tenemos esos pasos bien definidos; al no estar definidos, no hay repetibilidad y no se ejecutan de forma efectiva y eficiente.

Si se tiene claridad en los pasos o actividades que se siguieron al obtener un éxito, es fácil lograr más éxitos evidentemente; pero también nos da la oportunidad de evaluar el proceso, corregir y mejorar.

Todo esto viene a cuento por la poca atención que le prestamos a los procesos, sobre todo en el desarrollo de software. La mayoría de nuestras instituciones de educación aún no ponen el acento en los procesos de desarrollo de software. Si bien podemos hablar de buenos o excelentes técnicos o programadores, la debilidad está en la escasa preparación que reciben para involucrarse y seguir procesos; y para realizar trabajo en equipo.

Las instituciones orientadas a la profesión del desarrollo de software necesitamos cambiar de paradigma. Necesitamos generar profesionistas orientados a procesos, claro que sin descuidar el aspecto técnico de la programación.

lfernand@uacj.mx

Publica o perece



REVISIÓN DE LIBROS

Victoriano Garza Almanza

Una revisión de libros es, en esencia, la respuesta a preguntas que ordinariamente se le ocurren a un lector cuando discute un nuevo (o viejo) libro.

Muchas revisiones de libros, sobre todo en obras recién publicadas, suelen ser ensayos objetivos o subjetivos.

En la revisión objetiva se hace énfasis en el libro y en el autor; su directriz, plan y campo del libro, y las cualidades especiales del escritor en términos de ese particular libro.

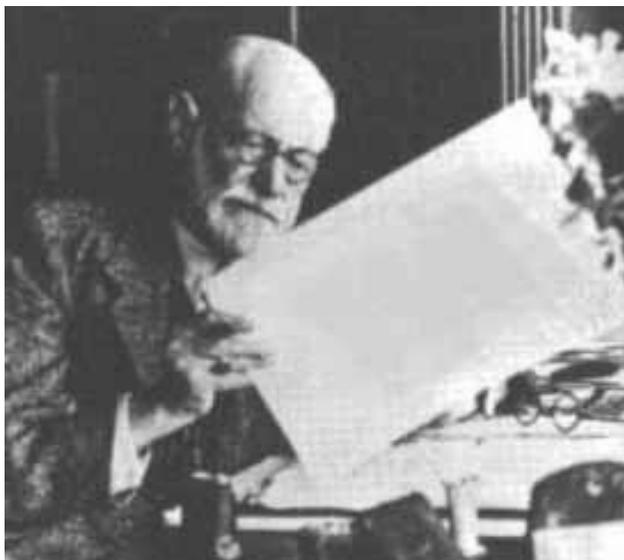
En la revisión subjetiva, el énfasis se hace sobre quien revisa

un libro; su reacción y evaluación del texto; lo que piensa acerca del tema; y lo que sabe sobre el mismo, donde el autor puede o no ser incluido, intencional o inintencionalmente.

Los revisores de libros pueden ser considerados como juiciosos o impresionables.

Según John Drewry, en la revisión crítica o juiciosa, un libro es descrito y evaluado en términos de literatura aceptada y de estándares históricos. La

revisión es realmente crítica. En la revisión visceral o guiada por las impresiones del revisor, el libro se interpreta contra los propósitos admitidos por el autor y se hace una estimación simplista del trabajo.



Para Llewelyn Jones, “la diferencia entre criticar un libro y revisarlo se establece de una manera simple. Si ud. lee un libro y escribe un sumario de su contenido, mencionando el fundamento que cubre, posiblemente notando el estilo, ud. habrá escrito una revisión de un libro.

Esto es, ud. habrá

informado al posible lector de lo que hay en el libro.

Ud. habrá hecho un trabajo de reporte. Y como el reportero ud. se habrá mantenido fuera de la historia. Si, por otra parte, ud. habla acerca del libro en términos de su propio punto de vista, si ud. dice que piensa que el libro es bueno o malo, dando sus razones para establecerlo, ud. estará escribiendo crítica.”

La revisión no es sólo un artículo, sino de muchas maneras es un artículo especial. W.G. Bleyer definió el artículo como: “una detallada presentación de hechos en una forma interesante adaptada a la lectura rápida, con el propósito de entretener o informar al público en general.” De la misma manera esta definición se aplica a la revisión de libros.

Lo anterior sugiere la siguiente pregunta:

¿ Quien lee las revisiones de libros y porque ?

Hay varias clases de lectores de revisiones:

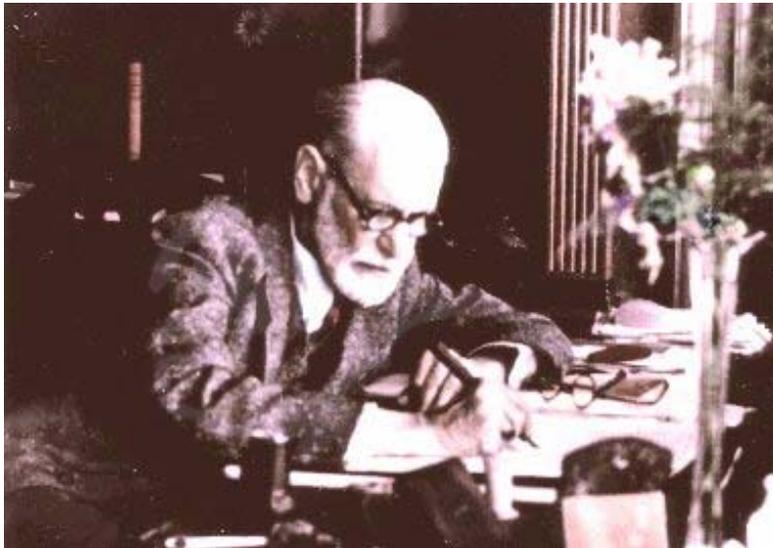
1. Aquellos que usan las revisiones como guías de selección de sus libros. Esto es muy común en el ambiente universitario.

2. Aquellos que, habiendo leído un libro, están interesados en ver que dicen otros sobre el mismo.

3. Aquellos que no tienen tiempo de leer libros y que por tanto dependen de revisiones para informarse acerca de las nuevas noticias del mundo literario.

4. Los que leen una revisión de la misma forma en que leen una editorial, un artículo político o una columna de Vargas Llosa.

Estos últimos leen los periódicos o las revistas y son atraídos sobre cualquier cosa que parezca interesante. Si un revisor puede satisfacer a los grupos 3 y 4, probablemente serán satisfechos los primeros dos. A fin de reunir los requisitos de los grupos 3 y 4, hay ciertos aspectos esenciales que el revisor deberá mostrar:



1. Una descripción del libro.
2. Debe mencionar algo acerca del autor.
3. Buscará comparar el libro con otros del mismo autor y en el mismo campo.
4. Enseñar una apreciación del libro, preferentemente indirecta, a través de la descripción y la exposición, en términos de directrices y propósitos del autor.

La revisión, como otras formas de prosa escrita, refleja la calidad de la mente de aquel que la escribe. Si ésta es de alta calidad, la revisión será un ensayo del mismo nivel. Si no es así, la revisión

correspondiente será mediocre.

Instrumentos

Hay ciertos materiales que un revisor deberá adquirir y examinar con regularidad. Estos incluyen:

1. Las mejores páginas y secciones de revisión de libros de las revistas científicas y académicas, y periódicos más importantes
2. Las secciones de libros de revistas semanales y mensuales
3. Programas de radio y televisión dedicados a libros y autores.

Leyendo páginas y columnas sobre libros, o escuchando programas de televisión y radio de naturaleza literaria, el aprendiz de revisor mejorará su actitud crítica o analítica. Puntos que el revisor o el lector de revisiones debe notar de la obra cuando lee una revisión de otra persona, son: (i) tamaño y

formato, (ii) frecuencia y tiempo de edición, (iii) campo, incluyendo los libros enlistados así como los revisados, (iv) longitud de las revisiones, (v) punto de vista del revisor -esto es, descriptivo o crítico, (vi) personal y cualidades de los revisores, (vii) anuncios -cantidad, posición etc., (viii) ilustraciones.

En un análisis de la revisión individual se debe prestar atención a la estructura, estilo, primer párrafo, adecuación de la descripción, evaluación crítica, cualidades y aptitud del revisor, longitud, etc.

4. Material publicitario de varias casas editoriales.

5. Agentes literarios y su trabajo.

La Técnica de la Revisión

La técnica de revisar un libro es sumamente sencilla.

Implica sólo unos cuantos pasos:

1. Escoger un libro
2. Leer el libro
3. Tomar notas acerca del libro, mentalmente o por escrito.
4. Analizar el medio por el que fue publicado.
5. Reflexionar sobre su contenido en un esfuerzo de llegar a un tema apropiado, o un ángulo, o un asidero, para la revisión.

6. Organizar las notas en un adecuado esquema –una estructura que armonice e incorpore el tema decidido en el punto # 5.

7. Escribir la revisión.

8. Editar y revisar el manuscrito.

9. Volver a editar y preparar el borrador final.

10. Publicar o transmitir la revisión.

En la elección de un libro para revisión, uno debe de hacer la selección dentro del tema que uno mejor maneje. No olvidar que, mientras más lea uno más amplio será el horizonte intelectual y mayor el rango de títulos que uno pueda seleccionar.

Bibliografía

Drewry, J.K. 1966. Writing Book Reviews. USA: Greenwood Press.

Hoge, J.O. y West, J.L. 1979. Academic book reviewing: some problems and suggestions. Scholarly Publishing. 11:1.

Walford, A.J. 1996. Reviews and Reviewing: A Guide. Phoenix, AZ: Oryx Press.



Tina Modoti. México, 1929. Hombres leyendo El Machete.

El Software en México

El tema de mi columna en esta ocasión se refiere al papel de los mexicanos en un mercado de software globalizado. Limito mis reflexiones al ámbito individual por cuestiones de espacio. Dicha reflexión proviene de una visita que tuve el placer de realizar al departamento de computación de una universidad en los Estados Unidos.

Es común escuchar afirmaciones relacionadas con la gran cantidad de recursos humanos provenientes de China e India en los ámbitos de ciencia y tecnología. Les presento cifras que observé durante mi visita a manera de validación de dicha afirmación. El porcentaje de investigadores de origen hindú se acerca a un 35%, el porcentaje de investigadores de origen asiático es aproximadamente del 33% y el porcentaje restante se distribuye entre investigadores de otro origen. Siendo un 1% de origen mexicano-estadounidense. Si hablamos de los estudiantes de doctorado, es decir, la siguiente generación de investigadores, nos encontramos con cifras que siguen la misma tendencia, donde un 40% es aproximadamente chino, un 30% es aproximadamente hindú y el restante se distribuye en otros orígenes.

Si eso no es significativo, invito a los lectores a buscar cualquier conferencia internacional en el área de computación. Se encontrarán que un número significativo y creciente de participaciones de gente proveniente de India y Asia ocupan gran parte de los lugares tanto en la organización como en la formación de los comités científicos¹.

Los datos anteriores nos invitan a pensar acerca de nuestra capacidad competitiva como nación, como estado, como región, como empresa y como individuo. Dejaré otro momento las reflexiones sobre nuestra capacidad en ámbitos grupales y me referiré solamente a aspectos personales.

La primera pregunta que pasa por mi mente se relaciona al bajo porcentaje de mexicanos en los estudios de postgrado. Varias respuestas pasaron por mi mente buscando justificar el hecho de que no haya una presencia mexicana significativa en las áreas de investigación y en los estudios de postgrado. La primera respuesta que tuve se relacionaba con la falta de oportunidades, díganse becas, créditos, etc. Revisando las páginas de dicha universidad, encontré

el argumento que invalidaba mi respuesta: la existencia de programas de beca orientados para mexicanos, por lo que deseché dicha justificación. Otra respuesta que pasó por mi mente fue la falta de preparación. Esta respuesta también la deseché rápidamente dado que las capacidades de cualquier estudiante del mundo son las mismas y he comprobado con mi propia experiencia que existen en México muy buenos institutos y universidades que proveen una educación de alto nivel a nivel licenciatura y postgrado.

Después de desechar las respuestas anteriores continué en la búsqueda de respuestas, solo que ahora relacionadas con la actitud e visión personal de nosotros: los estudiantes mexicanos. Un primer elemento que propicia la falta de presencia en los ámbitos de investigación es nuestra falta de conocimiento del lo que significa la investigación como área productiva, las ventajas, beneficios y logros que brinda. En mi experiencia, la investigación en áreas de ciencia y tecnología es una de las actividades más fascinantes. Lamentablemente, lo que muchos estudiantes visualizan como investigación se resume a la investigación documental. Otro elemento limitante del estudiante es su visión de la profesión del investigador. En el mejor de los casos un investigador es aquel que después de tener cargas excesivas docentes destina su tiempo restante a investigar. Muchas universidades denominan a lectores o instructores de cursos como investigadores lo que genera más confusión entre los estudiantes.

Invito al lector a que continúe mi proceso de reflexión de manera personal y se pregunte el porqué hay tan poca presencia de mexicanos en actividades de investigación a nivel internacional y extienda este proceso de reflexión a otros ámbitos.

La globalización trae cosas buenas y malas. Una de ellas es la apertura a la competencia por posiciones estratégicas. Existen muchas oportunidades para desarrollarse en distintas áreas del conocimiento, maestrías, doctorados, etc., las cuales pueden ser el antecedente a posiciones privilegiadas en el ámbito laboral o académico. Exhorto a los estudiantes a informarse y tomar los retos necesarios que permitan que sus aspiraciones y sueños se hagan realidad.

gpadilla@cimat.mx

¹ El comité científico de una conferencia está integrado por personas con amplio reconocimiento en el campo de la conferencia. Su función es el arbitraje y selección de los mejores artículos.

La Puerta



Trino...no...no escribiré ni sobre el gorjeo de los pájaros ni el sonido de un pito a modo trémolo, que cuando uno le sopla se mueve la lengua como pronunciando una erre prolongada o la sucesión rápida y alternada de dos notas de igual duración, entre las cuales media la distancia de un tono o de un semitono. Escribiré un poco sobre el cerebro humano desde el enfoque de cerebro trino.

¿Por qué trino? Porque se dice que se compone de tres cosas distintas pero siendo uno. Semejante a lo que en religión significa la Trinidad de las personas en Dios. Dios es trino y uno a la vez.

MacLean lo establece por primera vez como tripartito en su hipótesis del cerebro trino (<http://www.kheper.net/topics/intelligence/MacLean.htm>) de la siguiente forma:

- Complejo R
- Sistema límbico
- Neocortex.

Según MacLean, el cerebro se ha ido actualizando a lo largo del tiempo a partir del Complejo R. Esta primera parte dice que es la de formación más antigua que envuelve al cerebro medio (donde básicamente está ubicado el olfato quién conforma una frontera entre el complejo R y el sistema límbico). MacLean lo denomina complejo R proveniente de complejo Reptílico, por ser esta parte la que es común a los cerebros de mamíferos y de los reptiles. Rodeándolo como si se tratara de capas de una cebolla se encuentra el sistema límbico, primera actualización, que también aparece en los mamíferos y menos desarrollado en algunos reptiles. La última actualización corresponde al neocórtex. El hombre y algunos de los mamíferos más desarrollados poseen un neocórtex proporcionalmente grande.

Si la hipótesis de MacLean es correcta, cabe suponer que en cierta proporción el complejo R desempeña las funciones más básicas de supervivencia y que están presentes en todos los seres vivos.

MacLean demostró que el complejo R además es un componente primordial de la conducta agresiva, la territorialidad, los ritos y el establecimiento de jerarquías. Después de leer esto, quizás te venga a la mente el circo que se monta nuestra clase política día

día; por lo que, pensaríamos que quienes se dedican a la política no han recibido las actualizaciones convenientes y se han quedado en la primera fase. Bueno mejor ya no le seguimos por ese lado y quedémonos con el alegre pensamiento de que se trata de una mera coincidencia.

En el sistema límbico emergen las emociones, las intensas sobre todo. Los mensajes electroquímicos en el sistema límbico se dice que ocasionan efectos semejantes a los de las psicosis o las drogas y alucinógenos. De hecho es en esta parte donde las drogas operan cuando entran a nuestro cuerpo. Por otra parte, parece que el amor y los sentimientos altruistas tienen como origen este sistema.

Por último el neocórtex, a quien lo suelen subdividir aun más, lleva a cabo el pensamiento abstracto...es quién procesa la información, la discrimina, la almacena en pocas palabras quien tiene el “control” de la información, quién determina que se hará o que se debe sentir, bueno eso es lo que se dice.

Traduciendo lo anterior a situaciones más cotidianas, que con seguridad tendrás infinidad de ejemplos propios: Chico(a) X conoce a Chica(o) Y. Chica(o) Y es muy guapa(o) y Chico(a) X se mantiene en un estado de “inconciencia” a partir del día en que quedo prendado(a) por ella (el), se la pasa alucinando o soñando que es cuando decimos “anda en el limbo” (típico del S. Límbico). De repente aparece en escena Chico(a) Z que esta en el mismo estado que X y un buen día cuando X y Z se encuentran surge un coraje proveniente de no saben donde que los descontrola llevándolos hasta los golpes (Complejo R). Alguien los aparta y les invita a la reflexión, es decir directamente les transmite un mensaje a los neocórtex de X y Z pidiendo el control de los sistemas límbicos y complejos Rs.

Que me dices ¿te vienen del recuerdo casos así?

Desafortunadamente conocemos nada de nuestro cerebro y todo es demasiado complejo que lo escrito hasta este punto es tan solo un pincelada al gran mundo que conforma nuestro cerebro. Espero que en esta ocasión mi columna te invite a conocer más sobre este fascinante tema.

jorge.rodas@itesm.mx

Hace cien años de que Einstein describió el movimiento browniano.

Hamburgo/Zurich, 10 de mayo. Las hormigas, las tendencias de opinión y las personas en pánico tienen a primera vista poco en común; sin embargo, todos esos casos presentan una dinámica similar que se puede analizar con herramientas que se remontan a Albert Einstein.

debe a choques aleatorios producidos por movimientos térmicos de las moléculas del líquido sobre la partícula.

Con esta explicación, Einstein contribuyó a colocar la piedra fundamental para la investigación de diversos procesos grupales.

Actualmente, científicos de las disciplinas más diversas, desde la biología hasta la sociología, utilizan este conocimiento.

indican la ruta a casa o a una fuente de alimento.

Pero para que puedan hallar nuevas fuentes de alimento, es esencial un desvío casual de esas marcas olorosas. Estas "perturbaciones" se pueden describir por un factor de azar, que ya aparece en el trabajo de Einstein, como influencia no dirigida del movimiento térmico de la molécula.

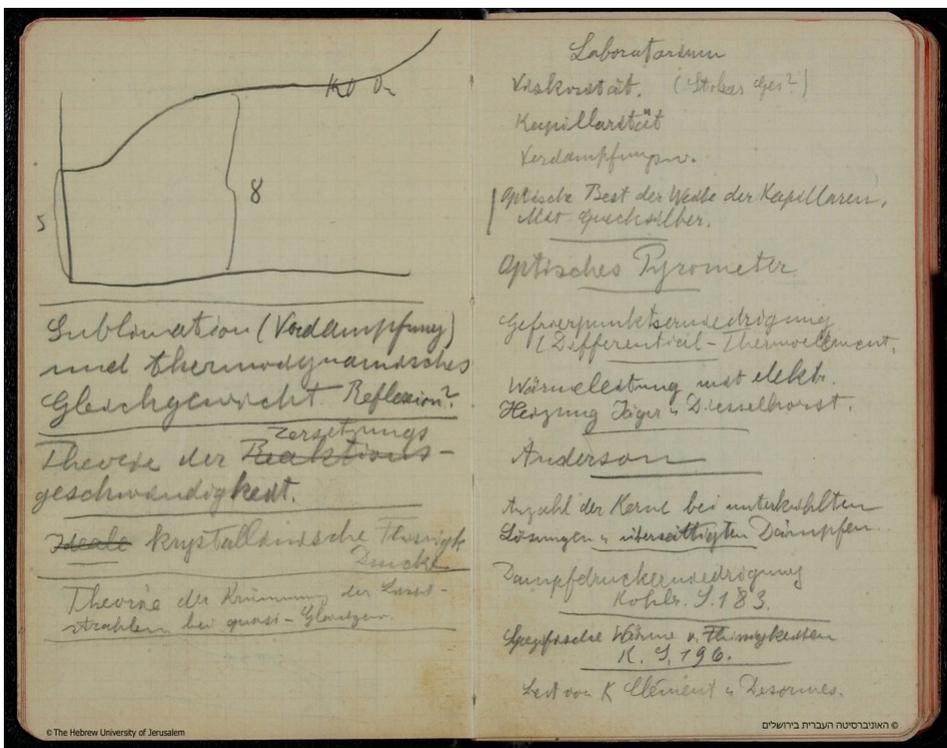
Este factor de azar, que fue formulado de una manera más general por el francés Paul Langevin tres años después de Einstein, sirve también en los modelos actuales como variable para una fuerza no dirigida, aparentemente casual, que representa influencias caóticas diversas.

"Si uno mira todo esto en el contexto de la formación de la opinión, es esta medida la que hace cambios de opinión aparentemente sin motivos en las personas", explicó Schweitzer. De alguna manera, se trata de la parte irracional al tomar una decisión en favor o en contra de una tendencia determinada.

El mismo factor posee un gran papel en la dinámica de una situación de pánico masivo. "Muchas personas corren hacia la salida más visible y, por tanto, la tapan, pero la fuerza del azar hace que algunas personas también busquen otra salida", añadió el experto.

Este principio no puede predecir el comportamiento de una persona determinada; sin embargo, se puede aplicar a grupos más grandes.

De manera semejante se puede describir el crecimiento de las empresas. "Cuántas más



Cuaderno de notas de Albert Einstein. Universidad Hebrea de Jerusalén.

Hace cien años, el 11 de mayo de 1905, Einstein presentó el tercer trabajo de su *annus mirabilis* (año milagroso), en el que explica por primera vez de manera comprensible el "movimiento molecular browniano".

Según esta teoría, la agitación aparentemente desordenada de partículas de polvo en líquidos se

De una manera muy práctica se puede explicar así la búsqueda de alimento por parte de las hormigas. "En general, las hormigas siguen las señales olorosas que dejan sus similares", señaló Frank Schweitzer, de la Escuela Superior Técnica suiza en Zurich. Los caminos de estos insectos se orientan por marcadores químicos y les

compañías se analizan, tanto más preciso se hace el valor de crecimiento promedio", dijo Schweitzer.

"Por supuesto que son modelos ideales. La realidad es en general mucho más compleja", añadió. "La física se limita a un núcleo dinámico".

El movimiento browniano puede servir de modelo ideal para algunos procesos caóticos. "La observación del movimiento molecular browniano a través del microscopio pertenece aún en la actualidad al programa obligatorio de los estudiantes de física", dijo Schweitzer, quien trabaja desde hace muchos años en modelos y simulaciones para describir las tendencias de opinión y otros procesos de dinámica grupal.

En lo que se refiere a Einstein, éste pensó su explicación presuntamente "sin saber que las observaciones sobre el 'movimiento browniano' ya se habían hecho desde hace tiempo", como él mismo escribió.

Esto podría ser la explicación de por qué Einstein no mencionó el movimiento browniano en el título de su trabajo publicado en 1905: "Sobre el movimiento requerido por la teoría cinética molecular del calor de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario".

La Jornada. Mayo 11, 2005.

Fuga de Cerebros: Egipto, los altercados académicos limitan la investigación.

Salama A. Salama. Al-Ahram. El Cairo, Egipto.

No es secreto que muchos países avanzados –como Estados Unidos, Japón y aún China– confían en los extranjeros para el

desarrollo de mucha de su investigación científica. Sin escatimar esfuerzos ni recursos los tientan con atractivas ofertas y les dan todo el apoyo y recursos materiales necesarios para el éxito en sus actividades.

Entre el aplastante peso de reportes y debates sobre la investigación científica en Egipto y las conferencias sin fin que dan la impresión de que el progreso tecnológico avanza, un hecho permanece inmutable: la investigación científica en Egipto es una actividad fortuita.

Lamentablemente, el espíritu necesario para tener éxito en el que hacer científico en Egipto no existe. Nuestros centros de investigación y universidades no lo fomentan; peor aún, degradan las relaciones entre los profesores y los jóvenes investigadores. Esto ha resultado en la migración de los jóvenes investigadores a países que están felices de recibirlos.

Mohamed Gad, graduado de la facultad de ciencias de la universidad de Ain Shams, está especializado en un campo de frontera de la nanobiotecnología. El declara que los problemas en Egipto no se restringen únicamente a los desempleados; que los exitosos, así como aquellos deseosos de servir a su país, también sufren de los efectos de la corrupción que alimenta la

autodestrucción y la desintegración social que está teniendo lugar alrededor de nosotros.

Después de examinar su trabajo científico, el comité de promociones de la universidad de Ain Shams rehusó contratarlo como profesor asistente. Su aplicación fue rechazada a causa de la pobre relación existente entre su supervisor de investigación y el presidente del comité.

Su experiencia científica, que no le pudo asegurar un trabajo en Egipto, le consiguió aclamaciones

en Japón, donde fue galardonado con un premio por sus investigaciones en nanobiotecnología, y sus hallazgos han sido publicados en numerosos journals

internacionales.

El joven científico escribió: "me siento más exitoso lejos donde estoy que en mi hogar, en Egipto. Durante los últimos 11 años el gobierno de Japón ha financiado mis investigaciones en el Instituto Tecnológico de Tokio y en el Departamento de Agricultura de la Universidad de Kobe, en la Ciudad de la Ciencia Tsokuba. Al propio tiempo, he perdido toda mi paciencia y esperanza de ganar reconocimiento en Egipto. Lo que trato de evitar es caer en el descuido y desmoronarme."

Actualmente, Gad está contemplando dejar el Japón y retornar a Egipto para pelear por sus derechos. Probablemente esto



encantará a aquellos que le botaron, aquellos que gastan todo el tiempo despilfarrando su talento en interminables disputas y riñas políticas, las cuales se han convertido en asunto cotidiano de los departamentos de investigación y de las universidades.

En mi opinión, es absurdo que este joven malgaste su vida y su invaluable talento en intrincadas pendencias académicas. Debe permanecer donde pueda realizar su potencial y alcanzar mayores éxitos con sus investigaciones. Tarde que temprano la gente juzgará sus logros, así sean grandes o pequeños. Sólo cuando esto ocurra emprenderemos un verdadero rumbo hacia la investigación científica en Egipto.

Traducción: CULCyT.

Muere Jack Saint Clair Kilby, inventor del microchip.

El ingeniero estadounidense Jack Saint Clair Kilby, quien desató una revolución tecnológica al inventar en 1958 el microchip, murió hoy aquí a los 81 años de edad.

Fuentes familiares informaron que el premio Nobel de Física en 2000 falleció en su residencia de Dallas a causa de un cáncer que lo aquejaba.

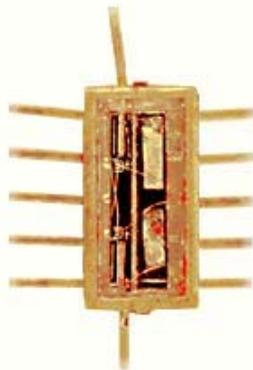
A lo largo de su carrera como ingeniero, Kilby concibió más de 60 inventos, entre ellos la calculadora electrónica de bolsillo, aunque su más valiosa contribución fue haber diseñado el microchip.

El microchip es considerado uno de los más importantes inventos de la historia, al haber hecho posible cientos de otras creaciones que han revolucionado la industria electrónica y han

colocado al mundo en la era de la información.

Comparado con Thomas Alva Edison

"Sin Kilby no hubiera sido posible construir las computadoras personales que tenemos ahora", aseguró la Real Academia Sueca de Ciencias al concederle el Premio Nobel de



de la mitad del tamaño de un sujetador de papeles, se dio paso a la creación del primer microchip.

En los años posteriores al descubrimiento, los productos hechos posibles por la existencia del microchip ayudaron a la industria electrónica a multiplicarse.

A escala mundial, el mercado de



Física en 2000.

Algunos consideran que su capacidad inventiva estaba a la misma altura que la de Thomas Alva Edison o Henry Ford.

Kilby tenía 34 años cuando comenzó a pensar en circuitos integrados, poco después de iniciar su trabajo con la compañía Texas Instruments, en Dallas, en mayo de 1958.

Por ser un nuevo empleado y no tener aún derecho a vacaciones, Kilby se quedó solo trabajando en los laboratorios de la compañía en busca de la forma de abaratar los costos en la construcción de semiconductores.

Kilby concibió entonces la idea de que, como todos los semiconductores estaban hechos de un solo material, podían fabricarse algunos con la misma materia e interconectarse entre sí para formar un circuito.

Demostrada la teoría en el laboratorio, el 12 de septiembre de 1958, en una pieza de silicón

los semiconductores ha crecido hasta convertirse en una industria de 150 mil millones de dólares al año, impulsada por el crecimiento de las ventas en computadoras, teléfonos celulares y cientos de otros productos electrónicos.

NOTIMEX. Junio 21, 2005.

Falleció Charles David Keeling, pionero de la climatología

El pionero de la climatología Charles David Keeling murió el lunes a los 77 años, según dieron a conocer medios estadounidenses.

Keeling fue el primer investigador que en los años 50 del siglo pasado detectó valores más elevados de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Después siguió la evolución del llamado "efecto invernadero" durante medio siglo.

Keeling falleció de un infarto, según comunicó el Centro de Investigación de Oceanografía

Scripps, en San Diego, instituto en el que Keeling trabajó casi toda su vida.

Los estudios de Keeling demostraron que la concentración atmosférica de dióxido de carbono aumenta constantemente desde el inicio de la industrialización.

Durante mucho tiempo, no se sabía si el dióxido de carbono de los coches y las fábricas se enriquecía en la atmósfera o si era incorporado totalmente por plantas y mares.

Keeling respondió a esta pregunta y planteó la vinculación entre el creciente consumo de combustibles fósiles y el aumento del contenido de dióxido de carbono en la atmósfera.

Si en 1957 la concentración de dióxido de carbono sobre el volcán Mauna Loa, en Hawaii, aún se ubicaba en 315 ppm (partes por millón), ahora el valor aumentó a más de 380 ppm.

Cambiando al mundo desde el laboratorio

Nadie duda de la exactitud de las mediciones de Keeling, comentaba hoy el diario *Los Angeles Times*. También la explicación de Keeling para la causa de este aumento de los valores es aceptada en la comunidad científica.

El gobierno del presidente estadounidense George W. Bush se rebela en cambio a aceptar la teoría de Keeling de que los gases que producen el efecto invernadero llevan al recalentamiento de la Tierra.

Sin embargo, Bush distinguió en 2002 al científico nacido el 20 de abril de 1928 con la medalla nacional de las ciencias, la mayor distinción que se concede en Estados Unidos a un científico por su trayectoria. Pero este fue sólo uno de los numerosos premios que el investigador recibió en su vida.

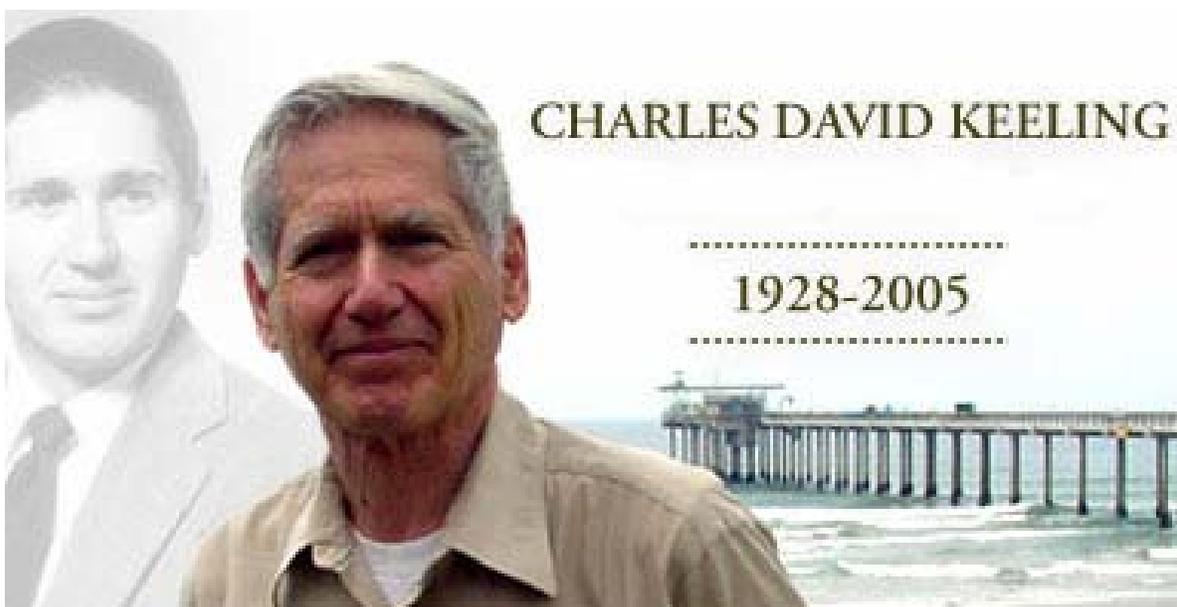
Los datos reunidos por Keeling son, según el director del Centro Scripps, Charles Kennel, "los más importantes que existen sobre el medio ambiente" en el siglo XX.

"Keeling es la mejor prueba de que un científico puede modificar el mundo con su trabajo en el laboratorio".

Al inicio de su carrera, Keeling desarrolló el primer aparato para medir la concentración de dióxido de carbono. En aquel entonces, las estimaciones de los climatólogos oscilaban aún entre 150 y 450 ppm. Ya las primeras mediciones realizadas por Keeling hace unos 50 años demostraron que la concentración de CO₂ estaba muy por encima de los 280 ppm que se midieron en capas de hielo del siglo XIX.

Los datos de Keeling demostraron también que los valores de CO₂ en el hemisferio norte alcanzan su punto máximo a finales del invierno y se reducen otra vez ligeramente en la primavera, con el inicio del crecimiento de las plantas.

La Jornada. Junio 25, 2005.



CULCYT

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ARTÍCULOS

1. Los artículos enviados a *CULCYT* para su publicación serán inéditos.
2. Los artículos deberán de ser presentados o enviados vía electrónica, en formato Word, a:
vgarza@uacj.mx y/o culcyt@yahoo.com.mx
3. Los artículos deberán de ir acompañados de una solicitud de evaluación editorial para su posible publicación, dirigida a:

Director editorial de la Revista *CULCYT*
Av. del Charro 610 Nte.
Edificio "E", 213-"E"
Instituto de Ingeniería y Tecnología
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Ciudad Juárez, Chihuahua
MÉXICO. CP 32310

4. *CULCYT* es una revista multidisciplinaria, pero se reserva el derecho de aceptar o rechazar trabajos recibidos de acuerdo a las recomendaciones de su Comité Editorial.
5. El texto de los artículos deberá de ir escrito en Times New Román 12 puntos a doble espacio, y no deberá de exceder de 15 cuartillas tamaño carta. Times New Román 14 puntos en encabezados principales. Con negritas los encabezados de subdivisiones. Los márgenes superior e inferior del documento serán de 2.5 cm, y los de los lados de 3.0 cm.
6. *CULCYT* se reserva el derecho de editar el texto cuando lo estime necesario.
7. El título no deberá de exceder de 15 palabras, y tendrá que ser claro y entendible.
8. El nombre del autor o autores deberá de ir inmediatamente después del título. La multiautoría no será mayor de cinco. Mostrar el grado académico de cada uno de los autores y lugar de trabajo. No usar pies de página.
9. El resumen o *abstract* será descriptivo y no deberá de exceder las 100 palabras.
10. El cuerpo del artículo tendrá que estar estructurado en partes, con divisiones y subdivisiones. Los artículos que expongan investigaciones deberán guiarse por el formato **IMRYD**: Introducción, Materiales y métodos, Resultados y Discusión.
11. Las referencias o la bibliografía irán en página aparte al final del documento. La información llevará el siguiente orden: apellido y nombre completo de todos los autores; año en que se publicó; título del trabajo en el idioma original; país donde se publicó; nombre completo de la casa editorial o de la revista; volumen y páginas. Las referencias se enlistarán alfabéticamente. Si un autor se repite dos o más veces, poner al principio el trabajo más antiguo y al final el más actual. Evitar numerar las referencias. Cuando se haga referencia a un autor en el texto, poner apellido y año.
12. Si una o más referencias proceden de la Internet, citar: nombre del autor o la institución; año de publicación (en caso de tenerla); título del documento; lugar de publicación; URL de la página; fecha en que se consultó.
13. Las tablas, gráficas, figuras e ilustraciones, con sus leyendas, deben incluirse por separado al final del texto. En el cuerpo del artículo sólo se indicará el lugar en que se deben de incluir.
14. No se aceptarán documentos electrónicos que contengan justificaciones, columnas, líneas, fondos, etc. No numerar las páginas. Evitar jerga y palabras ambiguas. En el caso de palabras o nombres largos que convencionalmente se designe con abreviaturas, nombrar una vez y poner entre paréntesis la abreviatura; en delante referirse con la abreviatura.