Año Internacional de la QUÍMICA 2011

ALEPH ZERO

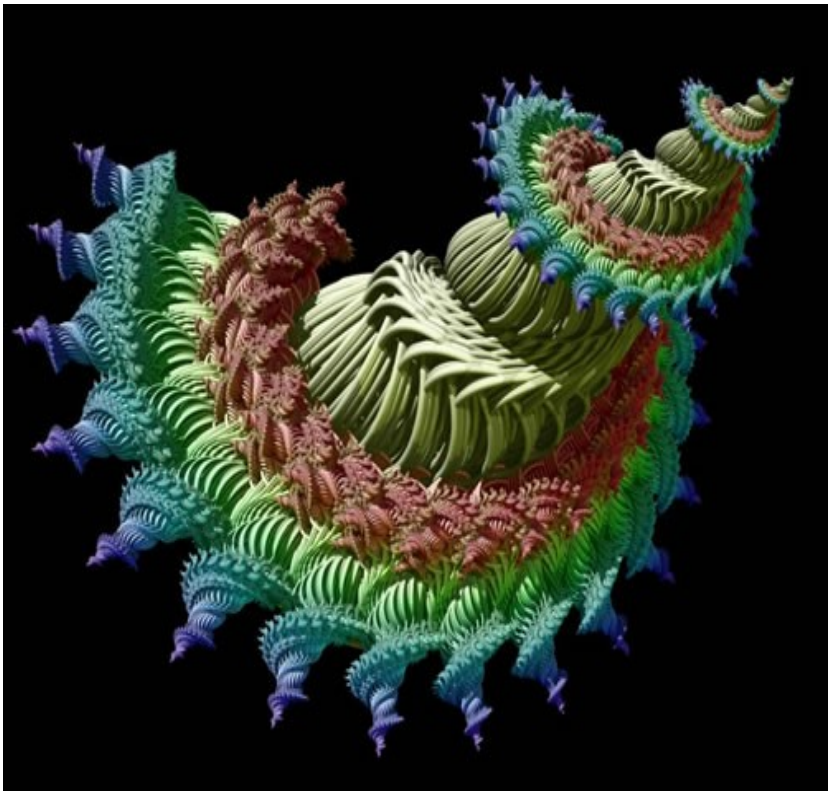
REVISTA DE EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

COMPRENDAMOS

Órgano de Comunicación del Consejo Nacional para el Entendimiento Público de la Ciencia A.C.

http://www.comprendamos.org/az/alephzero/

AÑO 16, NÚMERO 62, OCTUBRE—DICIEMBRE 2011



EN ESTE NÚMERO:

EDITORIAL: 12 UVAS, 12 DIVULGADORES	1
FRAGMENTACIÓN	2
VÁLVULAS PARA LA HIDROCEFALIA, UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA LA SALUD	6
MECATRÓNICA AUTOMOTRIZ, UNA REALIDAD AL ALCANCE	13
UN POCO MÁS SOBRE LA TEORÍA DEL CAOS Y LOS FRACTALES	17
EVOLUCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO APLICADO AL GANADO BOVINO	20
LA PROLACTINA, UNA MOLÉCULA TRANSDISCIPLINARIA	23
RECUPERANDO EL VERDADERO VALOR DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA MEXICANA	26
ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD PARA UNA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN APLICADA EN PAVIMENTOS DE CARRETERAS	28
IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DE FALLAS EN LA OPERACIÓN DE REDES EMPRESARIALES BASADAS EN TCP/IP	34

EDITORIAL:

12 UVAS, 12 DIVULGADORES

A manera de cerrar un año más de divulgación científica, hagamos un listado de algunos destacados divulgadores científicos que han publicado en ALEPH ZERO a lo largo de 16 años:

1. Martín Bonfíl Olivera, UNAM.
2. Estrella Burgos Ruiz, UNAM.
3. Marcelino Cereijido Mattioli, CINVESTAV.
4. Salvador Jara Guerrero, UMSNH.
5. Juan Tonda Mazón, UNAM.
6. Silvia Zueck, INAOE.
7. Raúl Mújica, INAOE.
8. Ricardo Quit, COMPRENDAMOS.
9. Roald Hoffman, CORNELL.
10. Miguel Méndez, UDLAP.

Por cierto, fue el Año Internacional de la Química. Como siempre decimos: ALEPH ZERO es tuyo, ¡participa!

FRAGMENTACIÓN

María del Carmen Navarro-Rodríguez[1], Luis Fernando González Guevara[1] y Ramiro Flores Vargas [2]

[1] Centro Universitario de la Costa, Campus Vallarta, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad, No. 203 Delegación Ixtapa Puerto Vallarta C.P. 48280, Jalisco, México (UDG-CA-345). Carmennavarro28@yahoo.com.mx

[2] Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, Universidad de Guadalajara. Gómez Farías No. 82 San Patricio-Melaque, Jalisco, México. (UDG-CA-341).

INTRODUCCIÓN

El hombre, desde sus orígenes, hace más de tres millones de años, ha tenido la capacidad de transformar su ambiente muy por encima de cualquier otro organismo del planeta. Inicialmente, como herramientas como el fuego, fue capaz de modificar más allá de su entorno inmediato. Conforme fue desarrollándose cultural y tecnológicamente su impacto en el medio aumentó considerablemente. El desarrollo de la agricultura, hace más de 10,000 años le permitió expandir sus actividades, transformando regiones completas. Con la revolución industrial hace 200 años, el hombre logró un desarrollo tecnológico tal que el impacto de sus actividades ha alcanzado escalas globales (Maass *et al.* 1990).

No fue sino hasta muy recientemente que el hombre comenzó a preocuparse sobre el impacto de sus transformaciones en el ambiente. Desde muy temprano en la historia, existía la percepción de que la naturaleza no sólo era capaz de absorber cualquier tipo de perturbación, sino que además se constituía en un enemigo a vencer. Transformar a la naturaleza y doblegarla a los caprichos del hombre se consideraba un signo de desarrollo económico y social (Jordan, 1998). Sin embargo, poco a poco nos hemos dado cuenta que hay un límite en la capacidad que tiene la naturaleza para absorber dichos cambios. La desaparición de especies ha sido una de las primeras evidencias a este respecto. El deterioro ambiental a escala global, documentado recientemente, es una evidencia más del problema

En los últimos años se ha incrementado tanto la densidad de asentamientos humanos, como la creciente intervención humana de los paisajes naturales ha venido provocando deforestación, contaminantes y cambio de uso de suelo, que hoy en día es una de los problemas que más afecta a la diversidad biológica. El crecimiento de la frontera agrícola, la ganadería extensiva, el inadecuado manejo de los bosques y un desarrollo urbano mal planeado han fragmentado en diferente magnitud los sistemas naturales, modificando los procesos ecológicos y provocando la desaparición de poblaciones silvestres, especies en algún grado de amenaza y empobrecimiento de los recursos bióticos y servicios ambientales, actualmente la fragmentación de los bosques nativos, representa, tal vez, uno de los ejemplos más preocupantes (Téllez, 2005; Cruz Romero, 2009).

FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT

La fragmentación se define como

El proceso en qué áreas grandes y continuas de hábitat son reducidas y divididas en dos o más fragmentos o parches pequeños y aislados quedando inmersos en una matriz con condiciones poco aptas para las especies que ahí habitan (ECOTONO, 1986)

Es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones, los fragmentos resultantes difieren del hábitat original en ser de menor tamaño, en estar aislados en mayor o menor grado, y en tener efectos de borde.

O bien la transformación de un sistema continuo (bosque, esteros,

Fragmentación del hábitat costero por asentamientos humanos y por el crecimiento de la frontera agrícola en la costa norte de Jalisco.

arroyos, dunas, charcos etc.) en muchas unidades más pequeñas y aisladas entre sí cuya extensión de superficie resulta menor que la del sistema original.

La transformación del paisaje se realiza con el objetivo de abrir tierras de cultivo, crear pastizales para el ganado, construir presas y carreteras o por el desarrollo urbano. Una vez que inicia se desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, como puede observarse en las siguientes imágenes.

Según Primack (1998) el proceso de fragmentación no ocurre al azar, las áreas más accesibles de topografía poco accidentada y con alta productividad son las primeras en ser alteradas para utilizar las tierras en agricultura, asentamientos humanos o extracción forestal.

En tanto Wilcox y Murphy (1985) señalan que a medida que la fragmentación del bosque procede, el tamaño de los fragmentos disminuye, y el aislamiento aumenta, conformándose los llamados "hábitat-isla".

Harris (1984) cita que el efecto de la fragmentación puede ser visto en varios niveles de organización biológica: Desde cambios en la frecuencia genética dentro de poblaciones, hasta los cambios sobre el continente en la distribución de especies y ecosistemas.

Transformación del paisaje montañoso en la costa norte de Jalisco.

"Hábitat isla" de un bosque de coníferas (http://www.google.com.mx/search=imagenes+de+bosuqes+fragmentados)

"Hábitat isla" del sistema estuarino en la costa norte de Jalisco

La fragmentación de hábitat puede ser causada por:

Procesos geológicos que lentamente alteran la configuración del medio ambiente físico.

Y las actividades humanas, como por ejemplo, la conversión de tierras, lo cual puede alterar el medio ambiente de una forma mucho más rápida en la escala de tiempo.

Se considera que los procesos geológicos sean una de las principales causas de especiación (proceso que conduce a la formación de nuevas especies a partir de una o dos preexistentes), mientras que las actividades humanas estarían implicadas en la extinción de muchas especies

Cuyos resultados son:

- La reducción del área total del hábitat disponible
- La reducción del tamaño de los parches del hábitat

El aislamiento de los parches del hábitat y por ende el aislamiento de las poblaciones que lo habitan (Forman, 1995 y ECOTONO, 1996).

Consecuencias

La fragmentación puede ocasionar la extinción local o regional de especies, la pérdida de los recursos genéticos, el aumento en la ocurrencia de plagas, la disminución en la polinización de cultivos, la alteración de los procesos de formación y mantenimiento de sus suelos (erosión), evitar la recarga de los acuíferos, alterar los ciclos biogeoquímicos, entre otros procesos de deterioro ambiental (Sanuder et al. 1991; Bustamante y Grez, 1995).

Características de ecosistemas fragmentados

La fragmentación del paisaje produce una serie de parches de vegetación remanente rodeados por una matriz de vegetación distinta y/o uso de la tierra. Los efectos primarios de esta fragmentación se reflejan en las alteraciones microclimáticas dentro y alrededor del remanente (parche) y el otro efecto es el aislamiento de cada área con respecto a otras áreas remanentes dentro del paisaje. Es así que, en un paisaje fragmentado existen cambios en el ambiente físico como en el biogeográfico (Saunders *et al.* 1991).

Los diferentes niveles de fragmentación demuestran que a nivel nacional y mundial no se ha considerado una mediación entre la intervención y su efecto, por lo que la conservación de los recursos naturales postula a desarrollar técnicas o fórmulas para resolver la situación actual (wwwumss.edu.bo/epub/earts/60).

Pérdida del Hábitat y su fragmentación (parches, bordes y corredores)

La pérdida del hábitat es la razón más importante de la extinción de las especies en los últimos tiempos, al disminuir el hábitat, se ve afectada su distribución del hábitat restante por una falta de continuidad (áreas agrícolas, construcciones, represas, caminos, etc.). Lo que produce finalmente la fragmentación del hábitat original, que ahora existe como parches fragmentados. Lo que significa que una población que vive en un hábitat original se ve reducido a un tamaño más pequeño, lo que significa que son divididos en poblaciones

múltiples (Morláns, 2005).

Parches (fragmento, parcelas ó manchas)

Son áreas que difieren del hábitat original por ser de menor tamaño, en estar aislados en mayor o menor grado y en tener efectos de borde. Son diferentes a la matriz que las rodea, algunos ejemplos son los claros de los paisajes forestados, las tierras pantanosas, las áreas de pastizales y los lugares rocosos, los fragmentos o parches son lo suficientemente mente grandes para ser sistemas que se auto sostienen y que contienen amplias fuentes para atraer y sostener la vida silvestre. El tamaño puede extenderse desde unos cientos de metros cuadrados donde se mantienen ciertas especies hasta cientos de kilómetros cuadrados. Sin embargo a medida que se achican los parches por la fragmentación (construcciones), las oportunidades de entrada y salida de la vida silvestre son eliminadas, dichos fragmentos pueden volverse no viables, perdiendo gradualmente su habilidad para sostener la vida (Morláns, 2005).

Tamaño del parche y la extinción

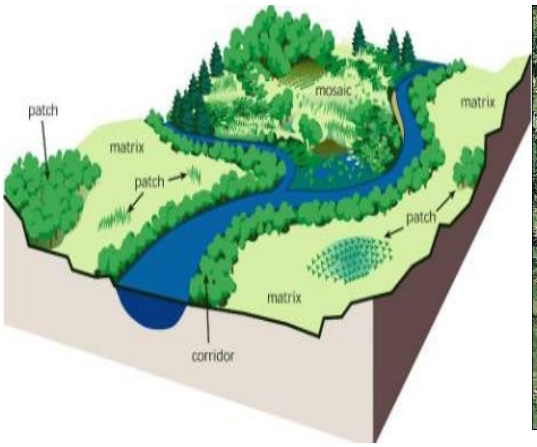
Existe una probabilidad del aumento de extinciones de especies de una población local con el tamaño (disminución) del parche. Un parche grande generalmente sostiene a una población grande, en tanto que, los parches pequeños solo pueden albergar pequeñas poblaciones (plantas y animales) las cuales son más susceptibles a la extinción (Environmental Law Institute, 2003).

Las especies animales de mayor movilidad (aves y mamíferos) pueden hacer uso de varios fragmentos, mientras que aquellas de movimiento limitado, tienen que arreglárselas con un único fragmento (Environmental Law Institute, 2003).

Forma y borde del parche

La forma del parche origina que se dé una relación entre el borde y el interior de éste. De tal forma que un parche más enrollado, más irregular o lineal tendrá un borde más amplio lo que permite el aumento del número de especies en este y una disminución del número de especies en el interior (Environmental Law Institute, 2003).

Borde (orillas)



Unidades básicas en Ecología del paisaje

Distintos tamaños y formas de parches

(http://ag.arizona.edu/extension/riparian/chap5/p3.html)

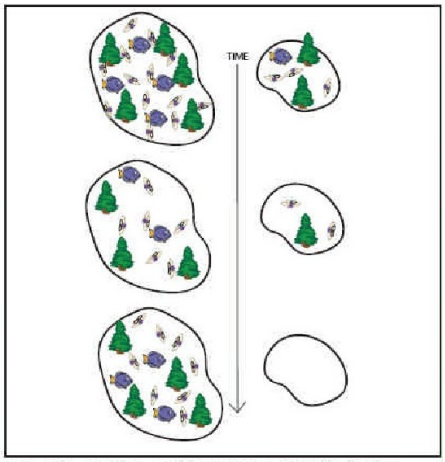


Diagram 2. Patch size and local extinction. *Probability of a local species population going extinct increases with decreasing habitat patch size. A larger patch generally supports a larger population size for a given species than a smaller patch, making it less likely that the species will go locally extinct in the larger patch. Modified from Dramsted et al (1996), Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning, p. 20.*

Tamaños de parches y la extinción local

(Environmental Law Institute, 2003)

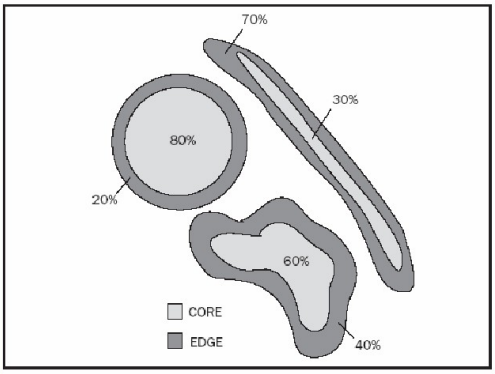


Diagram 3. Patch shape and edge. *The edge to interior ratio of a habitat patch is affected by patch shape. A more convoluted, irregular, or linear patch will have a higher proportion of edge, thus, increasing the number of edge species and decreasing the number of interior species.*

Formas y bordes de los parches o fragmentos

(Environmental Law Institute, 2003)

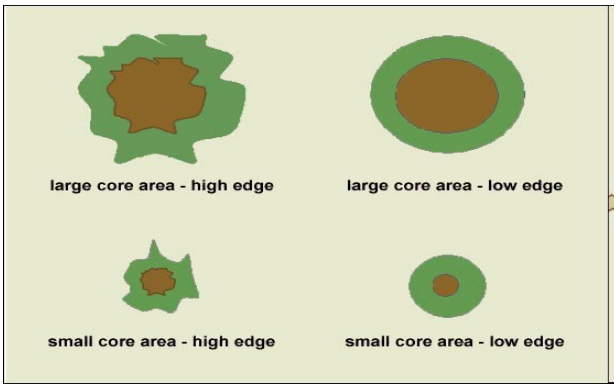
Fronteras comunes entre los elementos de diferente composición y la estructura de un paisaje, los bordes pueden actuar como límites entre fragmentos distintos o como hábitats importantes. O bien es el límite de un parche y al cual se le ha concebido como un hábitat distinto (membrana semipermeable) entre dos áreas que concentran recursos diferentes, como una zona de amortiguamiento contra la propagación de perturbaciones (Williams, 1991).

Un borde puede actuar como un límite para resistir invasores (químicos o biológicos). Las construcciones extensas que fragmentan la matriz crean una gran cantidad de hábitats de borde, que pueden tener este efecto sobre ciertas especies, aislándolas hábitat mayor y de su población. Por otro lado, estos mismos pueden también ser lugares muy ricos para localizar organismos, existiendo a menudo una mayor abundancia y diversidad de especies y fuentes dentro de los hábitats de borde, fenómeno conocido como "efecto de borde". Los ecólogos reconocen que el borde presenta un tercer sistema (ecotono), más complejo, que combina elementos de dos o más sistemas adyacentes coexistiendo en esta frontera común especies de ambos sistemas.

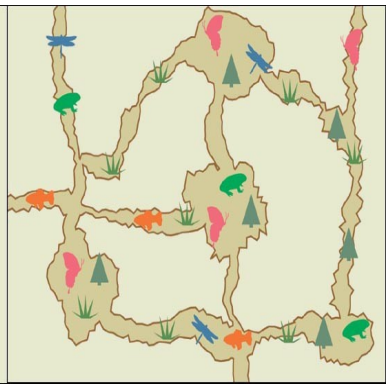
Efecto de borde

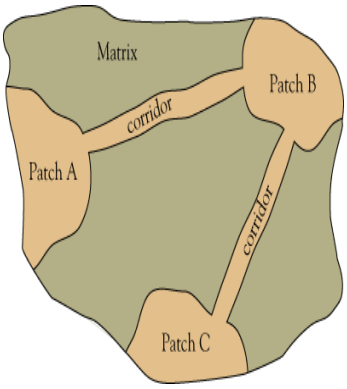
Williams (1991) indica que la extensión de los bordes ha aumentado sustancialmente, pudiéndose definir como la zona de contacto entre dos comunidades estructuralmente diferente, las que pueden ser un bosque y un campo de trigo, un bosque y una plantación, etc.

El aumento mundial de la extensión de los bordes es un motivo de preocupación por parte de los investigadores del mundo entero, sin embargo, los resultados de muchos estudios relacionados con los efectos que pueden



"zona de amortiguamiento contra la propagación de una perturbación" (www.biodiversityparthers.org/habconser/cnd/prinaples.shtml)





Conectividad a través de los corredores entre los parches o fragmentos naturales de un paisaje

(www.biodiversityparthers.org/habconser/cnd/prinaples.shtml)

tener los bordes sobre la ecología han sido todavía incapaces de dibujar patrones claramente generales aplicables en el mundo (Murcia, 1995). Señala que hay tres tipos de efecto del borde sobre los fragmentos:

Efectos abióticos

Los cambios microclimáticos son los efectos más evidentes de la fragmentación. Las características microclimáticas producen un gradiente ambiental del borde hacia el interior del fragmento: la luminosidad, la evapotranspiración, temperatura, velocidad del viento disminuyen, mientras que la humedad del suelo aumenta al interior Este efecto borde puede en algunos casos penetrar varias decenas de metros hacia el interior del fragmento y su importancia relativa dependerá del tamaño del fragmento. Por ejemplo, en un fragmento pequeño el efecto borde es comparativamente más importante que en un fragmento más grande, pudiendo en este caso llegar a abarcar la totalidad del fragmento.

Efectos biológicos directos

Los cuales involucran cambios en la abundancia y distribución de especies, causadas directamente por el cambio en las condiciones físicas cercanas al borde y determinado por la tolerancia fisiológica de las especies que se encuentren en dicho sector.

Efectos biológicos indirectos

Los cuales involucran cambios en la interacción de las especies, tal como el aumento en la depredación, parasitismo, competencia, herbivoría, polinización y dispersión de semillas (Fahrig, 2003).

Corredores

Son elementos del paisaje que conectan fragmentos similares o agregados de fragmentos. Los corredores son generalmente longitudinales, con forma de franjas angostas, alargadas de forma irregular, cuya función es de protección y comunicación, uniendo o separando elementos de una matriz geográfica y que facilitan el flujo de diferentes materiales y organismos de un lugar a otro. Los fragmentos o parcelas conectadas por ellos son frecuentemente llamadas nodos. Existen corredores de origen natural (redes de drenaje, vías de migración de los animales, o condiciones particulares del sustrato por diferencias litológicas e hidrológicas) y corredores de origen antrópico que están determinados por factores como infraestructura, actividades de transporte, límites de propiedad o áreas de manejo (Morláns, 2005).

La efectividad de la función conectora de un corredor frecuentemente depende de cuan ancho sea, cuanto borde existe y de si hay o no disturbios o quiebres a lo largo del mismo. Su funcionalidad depende: de la homogeneidad y la regularidad del corredor (Morláns, 2005).

De continuar la intervención directa del hombre en la naturaleza en su intento por satisfacer sus necesidades vitales así como sus deseos ilimitados, se seguirá poniendo en riesgo la diversidad biológica y por ende el adecuado funcionamiento de los hábitats, los que a su vez son el sustento y la base de múltiples procesos productivos de la economía, así como de numerosos bienes y servicios de gran valía para el bienestar humano.

Bibliografía

Bustamante, R. y A. Grez. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. Ciencia y Ambiente, 11(2):58-63.

Cruz Romero, B. 2009. Diagnóstico ambiental y valoración de los recursos para fines turísticos de los ecosistemas de manglar en la Bahía de Banderas, México. Tesis de Maestría, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. 103p.

ECONTONO, 1996. Fragmentación y Metapoblaciones. Centro para la Biología de la Conservación. Invierno (1996):2.

Environmental Law Institute. 2003. Conservation Thresholds for Land use Planners. Washington D.C. 55pp.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 34:487-515.

Forman, R.T.T. 1995. Land mosaics. Cambridge University, Cambridge. 632 p.

Harris, L. 1984. The fragmented forest: Island Biogeography Theory and the preservation of Biotic Diversity. University of Chicago, Chicago.

Jordan, C.F. 1998. Working with Nature: Resource management for sustainability. Harwood Academic. The Netherlands 171 p.

Maass, J. M. y A. Martínez-Yrízar. 1990. Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. Ciencias (Núm. Esp.) 4:10-20.

Morláns, M.C. 2005. Estructura del Paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) sus funciones. Fragmentación del hábitat y su efecto de borde. Edit. Científica Universitaria, S.F. del V. Catamarca, Argentina 12p. (www.editorial.unca.edu.ar/Publicaciones en línea/Ecología/.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. Tree. 10 (2):58-62.

Primack, B. 1998. Essentials of conservation Biology. 2da. Edición, Ed. Sinaur Associates, Massachussets-USA, 660pp.

Saunders, D.A. 1990. Problems of survival in an extensively cultivated landscape: The case of Carnsby's Cockatoo *Calyptorhynchus funereus latirostris.* Conservation Biology. 54:277-290.

Téllez López, J. 2005. Fragmentación del borde del bosque tropical subcaducifolio y su efecto sobre la estructura de la comunidad de lagartijas, en la costa norte de Jalisco, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 97 p.

Wilcox. B.A. y D.D. Murphy. 1985. Conservation strategy: The effects of fragmentation on extinction. American Naturalist. 125:879-887.

Williams, G.1991. Los bordes de selvas y bosques. Ciencia y Desarrollo. 17(97):65-71.

VÁLVULAS PARA LA HIDROCEFALIA, UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA LA SALUD

Said R. Casolco, Erick G. Álvarez G., A. L. Tamayo Huerta, Yenisey Mendoza Martínez, Carlos Santana Velázquez

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Puebla, Vía Atilxcayotl 2301, C.P. 72800, Puebla, Puebla, México. srobles@itesm.mx

Introducción

En la actualidad sabemos que la hidrocefalia en México se presenta en 1.4 casos de cada 1,000 nacimientos. (Valdés JM, Blanco ME, Kofman S. 1997. p. 17). Pero, ¿Qué es la hidrocefalia?, ¿Qué la causa?, ¿Cómo podemos contrarrestar el problema?, ¿Y la ciencia de los materiales que tiene que ver aquí?, ¿Cómo es que un ingeniero puede resolver un problema de salud como este?; estas y muchas preguntas más seguramente nos vienen a la mente y todas y cada una tiene una respuesta.

Para Comenzar…

La anatomía de cabeza es indispensable para poder entender cómo es que se da esta patología. Por tal motivo se dará una breve explicación de la misma. La cabeza, articulada hacia abajo con la primera vértebra cervical, está constituida por dos partes: el neurocráneo, caja ósea que contiene y protege al encéfalo, y el viscerocráneo, que aloja la mayor parte de los órganos de los sentidos y brinda apoyo a los órganos de la masticación.

Para los fines perseguidos con la investigación sólo se describirán los hueso del neurocráneo; El neurocráneo está formado por ocho huesos, de los cuales cuatro son impares: el frontal, el etmoides, el esfenoides y el occipital y cuatro son pares: los parietales y los temporales. Estos huesos se denominan huesos planos. Están cubiertos por fuera por un periostio delgado tapizado por dentro por la duramadre (membrana meníngea). Están formados por dos láminas de tejido óseo compacto denominadas tablas externa e interna, entre las que se encuentra una capa de tejido esponjoso, de espesor variable, llamada diploe.

Descripción breve de huesos:

Hueso frontal: Hueso único, mediano y simétrico que ocupa la parte más anterior del cráneo. Está situado por delante de los parietales, del etmoides y del esfenoides. Cierra la parte anterior de la cavidad craneal. Se articula por abajo con el etmoides, los huesos nasales, los huesos cigomáticos, los lagrimales y los maxilares. Contribuye a unir el esqueleto del neurocráneo con el viscerocráneo.

Entre los 40 y 50 días de la vida intrauterina, aparecen dos puntos primitivos en las arcadas orbitarias que irradian hacia las porciones horizontal y vertical del hueso. En el nacimiento, el hueso se presenta dividido en dos porciones por la sutura metópica, que aproximadamente a la edad de 10 años desaparece por completo. Se describen además tres puntos de osificación secundarios para cada lado. El desarrollo de los senos frontales se produce siempre después del nacimiento y se relacionan con la función respiratoria.

Hueso parietal: Hueso par, situado detrás del frontal, por encima de temporal y por delante del occipital. Ocupa la porción laterosuperior de la calbaria.

Se efectúa a expensas del cráneo membranoso sin esbozo cartilaginoso. A partir del 45° día de vida intrauterina, aparece un punto de osificación que irradia en todos los sentidos y permanece separado de los puntos vecinos por los espacios membranosos, cada vez más exiguos, que en el nacimiento constituirán las fontanelas.

Hueso occipital: Hueso único, mediano y simétrico, que corresponde a la parte posterioinferior del cráneo.

La parte superior de la escama del occipital se desarrolla a apartir de un esbozo membranoso. La parte inferior, por el contrari, posee un esbozo cartilaginoso en el cual aparecen los puntos de osificación que son:

El basioccipital, único y mediano, dispuesto alrededor del foramen magno.

Los exooccipitales, a ambos lados del foramen magno.

El supraoccipital, situado entre el basiooccipital y el esbozo membranoso, es el más precoz de los huesos del cráneo. La zona de unión con la porción membranosa permanece elástica durante bastante tiempo, cpon el cual favorece el parto de presentación cefálica.

El interparietal, par, se suelda rápidamente a la línea mediana, lateral en relación con el supraoccipital.

Hueso temporal: Hueso par, situado en la parte lateral, media e inferior del cráneo, contiene el órgano vestibulococlear. Su forma varía con la edad. En el feto y en el recién nacido se pueden identificar tres piezas óseas diferentes: la porción escamosa, lámina delgada de contorno semicircular, que se encuentra por arriba y lateralmente; la porción timpánica, situada por debajo de la precedente con forma de semicanal abierto hacia arriba, y la porción petrosa, situada por detrás, abajo y medial a las otras dos y que se desarrolla hacia adelante y hacia la línea media en forma de pirámide, dirigida al centro de la base del cráneo.

En cambio, en el adulto, estas tres partes se encuentran soldadas. El hueso forma un bloque único, con una parte intracraneal que contiene numerosos conductos y cavidades.

El proceso general de osificación del hueso temporal comienza a nivel de 4 porciones diferentes:

Porción escamosa: posee tres puntos de osificación que aparecen a partir de la cuarta semana.

Porción petrosa: comienza su osificación a partir del 4° mes. No existe unanimidad de opiniones acerca del número de punto s de osificación, los que, según algunos autores, llegarían a ser diecisiete.

Porción timpánica: este pequeño círculo óseo se osifica a partir del 5° mes por tres puntos dispuestos a los largo del semicírculo inicial.

Apófisis estiloides: se desarrolla a expensas del 2° arco branquial, se osifica tarde, aproximadamente durante el 8° año de vida.

La soldadura de estos diferentes puntos comienza antes del nacimiento y se encuentra muy avanzada hacia la edad de 1 o 2 años. La apófisis estiloides se suelda al resto del temporal a los 12 años.

Hueso esfenoides: hueso impar, mediano y simétrico, situado como uan cuña en la bse del cráneo, entre los huesos que lo rodean. Está formado por láminas de tejido compacto que limitan cavidades o senos esfenoidales. Situados por debajo de la silla turca y del surco prequiasmático, se encuentra separados entre si por el tabique intersinusal esfenoida; ambos senos se abren en el receso esfenoetmoidal de ambas cavidades nasales. El resto del hueso

está formado por tejido compacto, excepto en la base de las apófisis pterigoideas y en la parte más espesa de las alas mayores, donde se encuentran trazas de tejido esponjoso.

Los centros de osificación aparecen entre el 3° y el 7° mes de la vida intrauterina. Primitivamente, el esfenoides está constituido por cuatro piezas: el preesfenoides, el basiesfenoides y dos conchas esfenoidales (cornetes de Bertin).

Preesfenoides: se origina a partir de cuatro puntos de osificación, dos para la parte anterior del cuerpo y dos para las alas menores.

Basiesfenoides: ocho puntos de osificación lo originan: dos para la parte posterior del cuerpo; otros dos, uno a cada lado, las alas mayores y las láminas laterales de las apófisis pterigoides, las láminas mediales de las apófisis pterogoides tienen su origen cada una por centro; por último, los canales carotideos se desarrollan por otros dos centros.

Conchas esfenoidales: se originan de dos centros anteriores; posteriormente, se sueldan a la parte anteroinferior del cuerpo. Algunos autores adicionan las conchas esfenoidales al hueso etmoides.

La fusión entre el preesfenoides y el basiesfenoides queda incompleta en la parte inferior del hueso, donde persiste un verdadero cartílago de conjunción. Atrás, el basiesfenoides permanece durante un tiempo separado del basioccipital por un cartílago de crecimiento.

Hueso etmoides: hueso único, mediano, simétrico, se halla situado por delante del esfenoides y por detrás de la escotadura etmoidal del hueso frontal. Contribuye a la formación de las cavidades orbitarias y nasales.

El etmoides presenta cuatro puntos de osificación:

Dos laterales, para los laberintos etmoidales, a partir de los cuales emergen trabéculas óseas que van a circunscribir las celdillas etmoidales, desarrollándose los cornetes nasales.

Dos mediales, mucho más tardíos (en el momento del nacimiento), que invaden poco a poco la membrana fibrosa que une los laberintos etmoidales, se los encuentra en el origen de la apófisis crista galli, de la lámina cribosa y de la lámina perpendicular. Completamente osificado alrededor del 5° o 6° año, el etmoides permanece mucho tiempo separado del vómer por una lámina cartilaginosa.

Del mismo modo se tiene que entender la anatomía del Liquido Cefalorraquídeo y de los ventrículos del cerebro.

Ventrículos cerebrales

Los ventrículos cerebrales son cavidades del cerebro que representan los resabios de las vesículas cerebrales primitivas. Están tapizados por epéndimo y alojan a los plexos coroideos. Éstos constituyen la fuente del líquido cefalorraquídeo que se encuentra en los ventrículos del cerebro.

Existen tres ventrículos cerebrales: dos ventrículos laterales, uno en cada hemisferio cerebral, y un tercer ventrículo, medio. Cada ventrículo lateral se comunica con el tercer ventrículo por el foramen interventricular. El tercer ventrículo se comunica abajo y atrás, por medio del acueducto del mesencéfalo, con el cuarto ventrículo.

Ventrículos laterales: Cada uno de ellos presenta tres prolongaciones o astas:

Asta frontal: es la porción del ventrículo lateral que se encuentra desde la rodilla del cuerpo calloso hasta el foramen interventricular. Por detrás de éste y hasta el extremo posterior del tálamo encontramos la porción central del ventrículo lateral.

Asta temporal: en el extremo posterior del tálamo, la cavidad ventricular cambia bruscamente de dirección y se dirige hacia abajo, en sentido lateral y hacia adelante para terminar en el polo anterior del lóbulo temporal. El ventrículo rodea al extremo posterior del tálamo y la cara inferior del núcleo caudado.

Asta occipital: la cavidad ventricular también envía hacia el polo posterior del hemisferio un divertículo horizontal y curvilíneo que parece prologar hacia atrás su dirección permitida.

Las tres porciones precedentes se reúnen en la parte posterior del tálamo en una región común: el atrio del ventrículo lateral. Los ventrículos laterales están situados a ambos lados de la línea mediana, pero su posición no es exactamente sagital, pues la parte anterior del asta frontal se dirige hacia abajo y medialmente hacia la línea anterior queda a unos 4 cm de la línea mediana.

Tercer ventrículo: es la cavidad impar y mediana del diencéfalo, situado en el centro del cerebro entre ambos tálamos, por debajo del cuerpo calloso y de la tela coroidea superior y por encima de la región del hipotálamo.

Alargado de adelante hacia atrás, se comunica arriba y adelante con los ventrículos laterales por intermedio de los forámenes interventriculares y atrás con el cuarto ventrículo por el acueducto del mesencéfalo. Es una cavidad infundibular muy estrecha.

Plexos coroideos de los ventrículos cerebrales

Son formaciones vasculares desarrolladas a expensas de la piamadre que se invagina, sea en el tercer ventrículo o en los ventrículos laterales. Existen formaciones análogas en el cuarto ventrículo. Los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales aparecen en los lugares donde la piamadre y la membrana del epéndimo están en contacto, formando la tela coroidea. Son topográficamente intraventriculares, pero la membrana del epéndimo, que los tapiza, los separa siempre de la cavidad ventricular propiamente dicha.

Anatomía funcional del Líquido Cefalorraquídeo

El líquido cefalorraquídeo es un líquido claro ("cristal de roca"), contenido en los ventrículos encefálicos y en los espacios subaracnoideos, craneales y medulares. Se origina por un proceso de filtración a través de la membrana ependimaria de los ventrículos, a partir de los plexos coroideos.

Sale de los ventrículos por las aberturas lateral (de Luschka) y mediana (de Magendiel), situadas en la tela ependimaria del cuarto ventrículo.

Se expande por el conjunto de los espacios subaracnoideos, donde circula bajo la influencia del peso, de las pulsaciones de la masa encefálica, así como de la presión suscitada por su secreción.

En los espacios subaracnoides existe una presión de 20 a 30 cm de agua. Ésta se modifica por la altitud, el esfuerzo, la respiración, la presión venosa, etc.

El líquido cefalorraquídeo es reabsorbido por el sistema venoso, a nivel de las granulaciones aracnoideas (de Pachioni). Se estima que también filtra a lo largo de las vainas de los nervios craneales y espinales.

Hidrocefalia

El término hidrocefalia proviene del griego *"Hidro"* que significa agua y *"Céfalo"* que significa cabeza. (National Institute of Neoulogical Disorders and Strocke., 2010).

La hidrocefalia se caracteriza por un aumento del volúmen del LCR (líquido cefalorraquídeo) con dilatación de los ventrículos cerebrales, esta dilatación ocasiona una presión potencialmente perjudicial en los tejidos del cerebro y a su vez sufrimiento para el mismo.

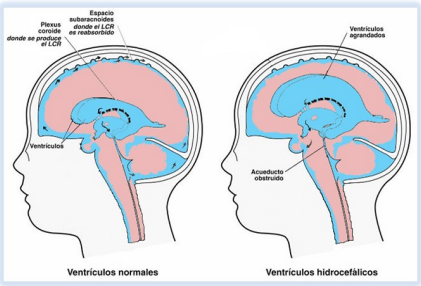


Figura 1. Ilustración de un cerebro con problema de

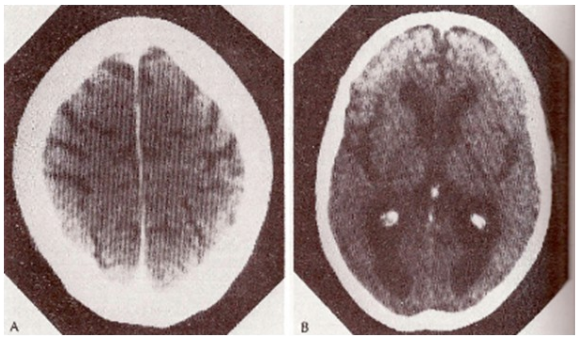


Figura 2. TAC cerebral. Marcada dilatación ventricular y ensanchamiento de los surcos corticales como expresión de una hidrocefalia *ex vacuo* en una mujer de 64 años con demencia

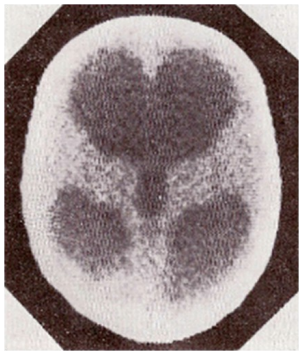


Figura 4. TAC cerebral. Hidrocefalia comunicante en un niño de 7 meses de edad.

La hidrocefalia puede producirse: cuando la cantidad de **LCR** que se produce es mucha, cuando hay una obstrucción en la circulación del **LCR** y cuando no se "elimina" todo el líquido que se produce.

La lista que sigue ofrece una clasificación de los distintos tipos de hidrocefalia:

Hidrocefalia obstructiva

- Lesiones de masa
- Malformaciones congénitas
- Hidrocefalia postinflamatoria post-hemorrágica

Hidrocefalia de presión normal

Hidrocefalia comunicante

- Hiperroducción de LCR
- Absorción defectuosa de LCR
- Drenaje venoso insuficiente

Hidrocefalia *ex vacuo*

Cuando no existen signos y síntomas clínicos de hipertensión intracraneal hablamos de hidrocefalia oculta.

La hidrocefalia es activa cuando el transtorno tiene un carácter progresivo se manifiesta un aumento de la presión intracraneal; por el contrario es etenida en aquellos casos en los que se interrumpe la dilatación ventricular.

Hidrocefalia obstructiva. La hidrocefalia obstructiva es la forma de hidrocefalia ejor conocida y más frecuente. Se produce tras la obstrucción de las vías intraventriculares o extraventriculares; n el primer caso, el punto de la obstrucción determina una dilatación proximal con conservación del tamaño ventricular normal distalmente al bloqueo.

La obstrucción puede producirse en el agujero de Monro, en el tercer ventrículo, en el acueducto de Silvio, en el cuarto ventrículo o en la salida de los agujeros de Luschka o Magendie.

La hidrocefalia obstructiva se debe a malformaciones congénitas o lesiones del desarrollo, fibrosis postinflamatoria o posthemorrágicao lesiones de masa.

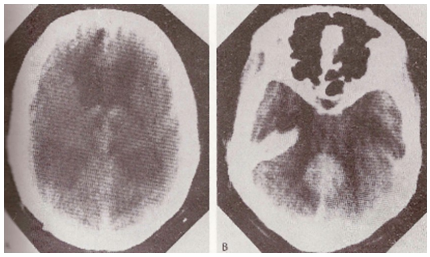


Figura 3.TAC cerebral. Hidrocefalia obstructiva secundaria a un hematoma del cuarto ventrículo en un mujer hipertensa de 79 años de edad.

Malformaciones congénitas o lesiones del desarrollo. La hidrocefalia congénitase produce con uan incidencia de 0,5 a 1,8 casos por mil nacidos y puede responder a causas genéticas o no genéticas. Entre las causas no genéticas más frecuentes destacan la infección intrauterina la hemorragia intracraneal secundaria a traumas de parto o prematuridad y la meningitis. Genéticamente se ha descrito también una hidrocefalia ligada al cromosoma X. En la mayoría de esos casos se documenta por medio de radiografías, o en el curso de un estudio ecrópsico una estenosis acueductal, de la hidrocefalia de tipo anatómico no determinado del síndrome de Dandy-Walker.

Hidrocefalia comunicante. Cuando no puede documentarse una alteración del flujo de LCR intraventricular ni extraventricular hay que pensar en otros tres mecanismos capaces de producir hidrocefalia: la hipersecreción de LCR, la insuficiencia venosa y la absorción defectuosa de LCR por las vellosidades aracnoideas.

Cuando existe hipersecreción, la capacidad absortiva el espacio subaracnoideo se muestra aproximadamente tres veces superior a la tasa de formación normal de LCR que es de 0,35 ml/min; con tasas de formación superiores a 1ml/min, puede aparecer hidrocefalia.

Hidrocefalia de presión normal. La HPN al ser una causa potencialmente tratable de demencia, ha suscitado un gran interés. Éste síndrome fue descrito por primera vez en 1964 como una forma oculta de hidrocefalia.

La ausencia de papiledema con presión normal en el LCR en la punción lumbar hizo que se acuñara un nuevo término: hidrocefalia de presión normal.

Ahora bien, existen varios tratamientos que pueden aplicarse a alguien con dicho padecimiento, todos ellos quirúrgicos. El primero de ellos consiste en derivaciones ventrículo peritoneales o ventrículo auriculares para drenar el exceso de **LRC** a la cavidad peritoneal donde se reabsorbe o a la aurícula derecha para su recirculación.

También son eficaces las derivaciones intra craneanas comunicando el tercer ventrículo a las cisternas de la base por endoscopia en hidrocefalias obstructivas, cada vez con mejores resultados. (National Institute of Neoulogical Disorders and Strocke., 2010).

En esta ocasión nos atiende la primera optativa, ya que es ahí donde entra el ingeniero. Cuando se lleva a cabo las derivaciones ventrículo peritoneales o ventrículo auriculares se debe hacer el inserto de una pequeña válvula que ayude a drenar el LRC.

Esta válvula debe de ser diseñada con estricto cuidado, ya que no solo se debe pensar en el óptimo funcionamiento del diseño, sino también en las limitaciones que se tienen para hacer el mismo, como lo es el tamaño y los materiales a utilizar entre otros.

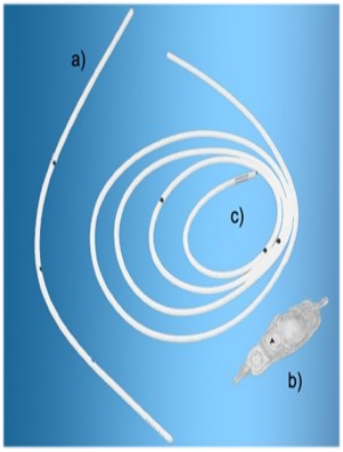


Figura 5. Partes esenciales de una válvula para hidrocefalia

El funcionamiento y la estructura de las válvulas que existen es básicamente el mismo. Cada válvula consta de 3 partes, como se muestra en la figura.

A) Catéter ventricular: que es el que se coloca dentro del cerebro donde se presenta la obstrucción.

B) Reservorio o bomba: que es la encargada de de drenar el liquido.

C) Catéter distal: que es el encargado de llevar este líquido desde el cerebro hasta la parte donde será absorbido.

Todas las piezas van al interior del cuerpo, ninguna esta por fuera. (Figura 6)

Válvula de Cono-Bola.

Este dispositivo cuenta con dos puntos de regulación, un de entrada y otro de salida. En la figura en rojo se muestra un resorte que es le que presiona la bola en color verde, la fuerza que aplica el resorte sobre la pequeña bola se debe a la presión del liquido en la apertura. (figura 7)

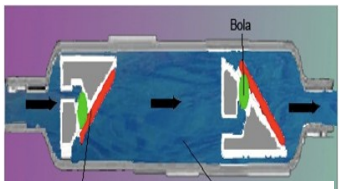


Figura 7. Válvula de cono-bola

2. **Válvula de Apertura Distal.**

Este dispositivo contiene liquido de manera permanente, cuando esta se llena, la misma presión del liquido LCR hace que el pequeño corte lateral se expanda y permita la salida del mismo. Por otra parte el dispositivo permanecerá cerrado por falta de presión como se muestra en la figura 8.

3. **Válvula de apertura proximal**

Este tipo de membrana funciona de manera similar a la anterior. A una presión baja la salida de la válvula (1), se encuentra cerrada, pero al aumentar la presión esta se abre (2) permitiendo el paso de liquido. (figura 9)

La construcción de estas válvulas significo un gran avance para disminuir los efectos que ocasiona esta enfermedad pero el problema principal radica en el diseño, ya que estaban construidas sin tener en cuenta la posición del cuerpo en el espacio, lo cual conducía al hiperdrenaje del líquido en bipedestación, que es lacapacidad de locomoción y el mantenerse parado en ambos pies, propia de los seres humanos y de algunos animales (Camargo, 2009) . Conociendo el problema principal de estas válvulas se comenzó con el desarrollo de las válvulas hidrostáticas con el fin de prevenir el efecto sifón que ocasionaban los primeros diseños de válvulas.

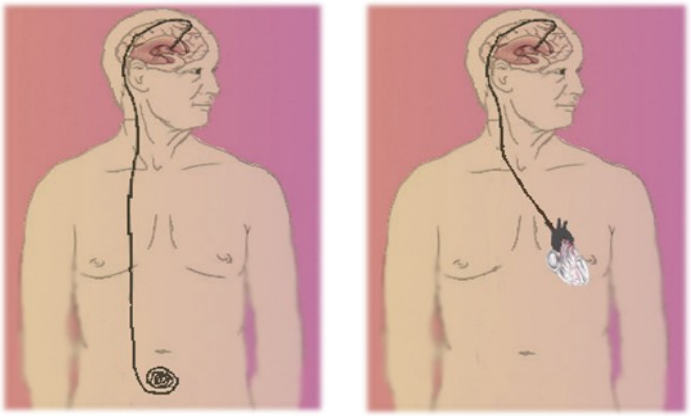


Figura 6. Esquema de las derivaciones ventrículo peritoneales y ventrículo auriculares.

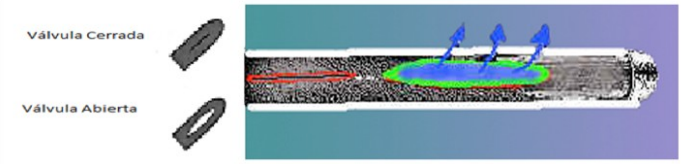


Figura 8. Válvula de apertura Distal

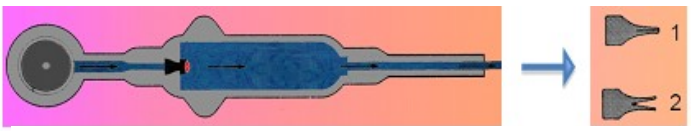


Figura 9. Válvula de

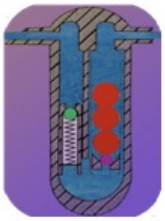


Figura 10a. Válvula gravitacional en posicion vertical

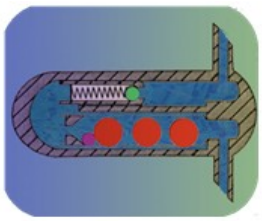


Figura 10b. Válvula gravitacional en posición horizontal

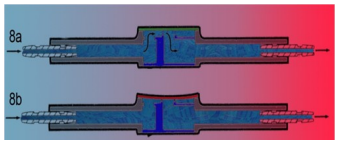


Figura 11. Válvula antisifón

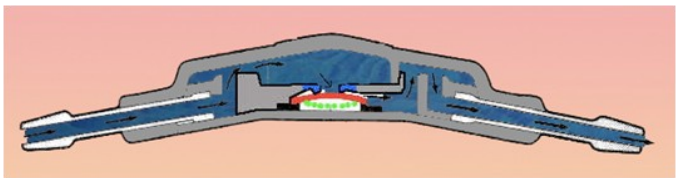


Figura 12. Válvula de Membrana

4. **Válvula Gravitacional.**

Este dispositivo se muestra en la figura 10a cuando el paciente está en posición vertical y el dispositivo está cerrado, mientras que en figura 10b se muestra al paciente en posición horizontal donde las esferas dejan pasar el líquido **LCR** y este se drena.

5. **Válvula Antisifón**

Este dispositivo también funciona gracias a una membrana deformable y la presión del liquido LCR. Cuando este entra y la presión es suficiente como para deformar dicha membrana (figura 11a) esta se deforma y permite el paso del liquido para que este se drene. Cuando la presión no es suficiente esta permanecerá cerrado (figura 11b).

6. **Válvulas de Membrana**

Esta funciona principalmente por el aumento de la presión en la cabina principal. El sistema (figura 12) está dado por una membrana hecha desilicona, la cual es un polímero sintético, se caracteriza por su gran resistencia a la deformación por compresión y por sus propiedades elásticas. (Raholin SRL, 2010). Esta normalmente se encuentra en contacto temporal con el plástico e impide la circulación del líquido.

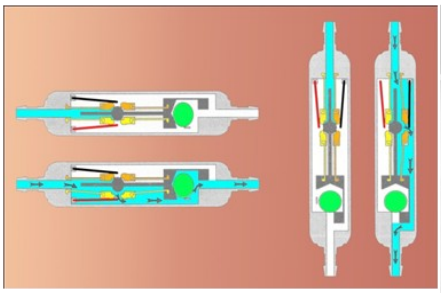


Figura 13. Válvula Hidrostática gravitacional de switch

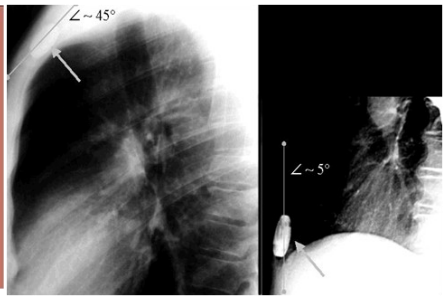


Figura 14. Diversas posiciones de la válvula de switch

El problema con este tipo de válvula es que la silicona, con el tiempo, va perdiendo sus propiedades por las deformaciones a las que se encuentra sometida.

7. **Válvulas Hidrostáticas Gravitacionales de Switch.**

Este tipo de válvulas funcionan de manera similar a las válvulas de membrana, ya que es por el aumento de presión que operan (figura 12). Para construir este diseño se tomaron en cuenta dos posiciones distintas, una horizontal y la otra vertical. En la figura 14a se muestra un implante a 45^0, con lo cual se obtiene un resultado no deseado, descartando esta posición. Mientras que en la figura 14b se muestran un posicionamiento casi ideal.

8. Válvulas programables

Este es un sistema que tiene la peculiaridad de ser programado dependiendo de las condiciones y necesidades de cada paciente.

Esta, a través de un campo magnético, puede variar la presión con la que el resorte (rojo) presiona la bola (Verde).

Esta válvula(figura 12) requiere ser regulada para derivar el líquido necesario en cada paciente. Para ello se utilizan válvulas programables que suelen tener hasta 18 posiciones para ajustar la presión a la necesidad de cada paciente. Como se mencionó, este ajuste solía requerir otra cirugía, pero en la actualidad se realiza de forma no invasiva con las válvulas programables (Sales Llopis, 2010). El médico puede realizar el ajuste simplemente colocando un sistema especial con imanes sobre la cabeza del paciente y así proceder a la programación.

En nuestro país…

En nuestro país, México, existen dos patentes registradas de válvulas para combatir el problema de la hidrocefalia.

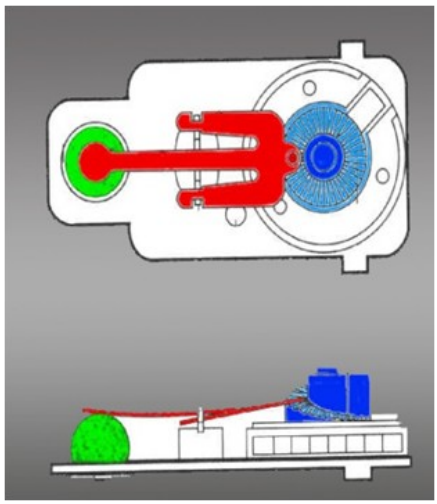


Figura 15. Válvula programable

El primer caso son "***Las Mejoras a una válvula de derivación ventricular, para drenaje del liquido cefalorraquídeo en la hidrocefalia.***"(Patentes online, 2009).

Esta mejora fue realizada por Luis Sáenz Arrollo, en 1988. Esta mejora se enfoca en una válvula de derivación ventricular, para drenaje del líquido cefalorraquídeo en la hidrocefalia, formado por un dispositivo de retención que obstruye el orificio de succión del cerebro durante la impelencia y en cambio, permite el flujo del líquido cefalorraquídeo durante la succión, caracterizado porque comprende un dispositivo de retención unidireccional alojado en forma independiente en una cámara cilíndrica y protegido por una copa rígida la cual se aloja sobre una cúpula-base; la parte central de esta copa remata en una cámara en forma de casquillo cilíndrico atravesada por un orificio el cual comunica con una cámara superior; la parte inferior de esta cámara está en comunicación directa con el cerebro conteniendo una oblea de retención en su interior; alrededor del orificio descrito se proyectan hacia abajo tres dientes posicionados a 120° entre sí.

Por otra parte existe también "***El Dispositivo de derivación ventrículo-peritoneal para el tratamiento de la hidrocefalia.***"

Este invento fue realizado por Julio Everardo Sotelo Morales, en 1997. Su invención se refiere a un dispositivo de derivación ventrículo-peritoneal para el tratamiento de la hidrocefalia en humanos, caracterizado por estar exento de mecanismo valvular y funcionar a base de flujo continuo. A través de un catéter en Tygon (grado médico) expresamente para este dispositivo con las siguientes dimensiones: Longitud 900 mm; diámetro interior de 0.432 mm. El extremo proximal de este catéter se encuentra insertado en el interior de un conector en forma de L que se conecta a un catéter ventricular con punta de teflón. (Patentes Online. 2009).

Ingeniería de los Materiales

Biomateriales

Un aspecto importante a considerar en el desarrollo de todo tipo de válvulas, prótesis, injertos entre otros, que van dentro de nuestro cuerpo o que de algún modo van asociados a este, son los materiales que se utilizan para su construcción o elaboración. Es por ello que se requiere de un minucioso análisis de los mismos.

Para introducirnos a este tema debemos concentrarnos en el concepto de *"biomateriales". "Se define biomaterial como cualquier sustancia o combinación de sustancias, de origen natural o sintético, diseñadas para actuar interfacialmente con sistemas biológicos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o sustituir algún tejido, órgano o función del organismo humano".* Así lo refiere acertadamente la Universidad de Valladolid en su publicación *"Polímeros en la Medicina".* (Issa Katime. 2004)

Ahora bien, una vez dicho esto, pasemos a una de sus clasificaciones. Por su origen los biomateriales pueden ser sintéticos o naturales; los primeros como su nombre lo indica se obtienen directamente de la naturaleza, son materiales complejos, heterogéneos y con procesos de caracterización complicados. Por otra parte los biomateriales sintéticos pueden ser metales, cerámicos y polímeros, comúnmente conocidos como materiales biomédicos.

Su Historia

Los biomateriales han tenido varias aplicaciones, las cuales han ido surgiendo conforme ha ido avanzando la tecnología como podemos ver en la siguiente línea del tiempo

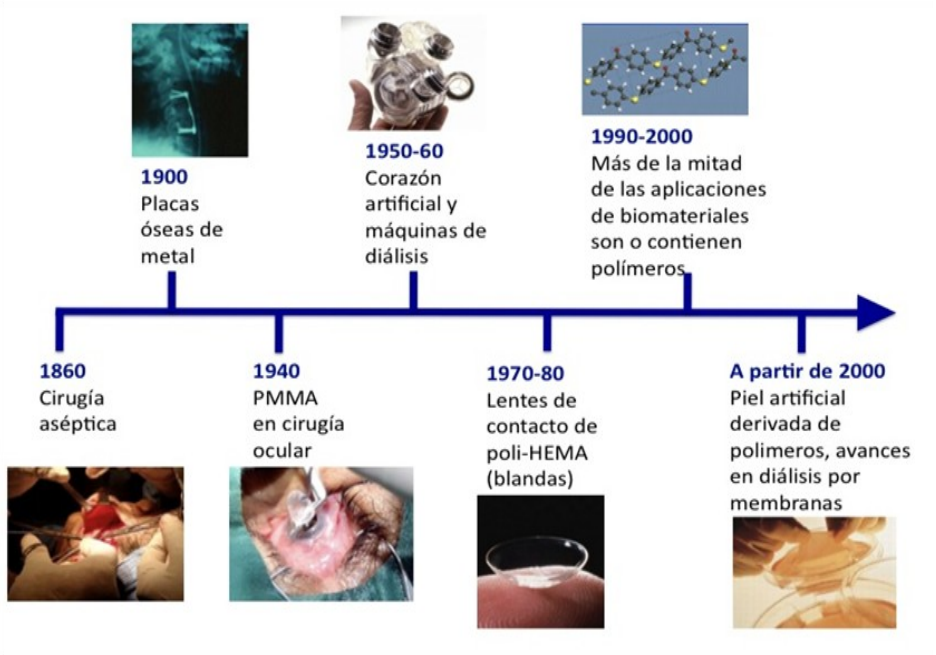


Tabla 1.

Aplicaciones	Detalles	Ejemplos
Equipos e Instrumentació Quirúrgicos	En este grupo se encuentran los termoplásticos y los termoestables. De estos materiales se elaboran las inyectadoras, las bolsas para suero o sangre, mangueras y tubos flexibles, pinzas, hilos de sutura, adhesivos, vendas, etc.	Polipropileno, polietileno, policloruro de vinilo, y polimetilmetacrilato policarbonato.
Aplicaciones Permanentes Dentro del Organismo	Estos materiales deben de pensarse para que conserven sus propiedades por largos periodo de tiempo, deben de ser incompatibles y atóxicos para reducir el riesgo de rechazo. Sus principales aplicaciones son en prótesis, componentes de órganos artificiales y membranas.	Elastómeros, siliconas, tetlón, poliamidas, poliésteres y Policarbonatos
Aplicaciones Temporales Dentro del Organismo	Entre estos figuran las suturas, los sistemas de liberación de fármacos, … Estos materiales deben ser bio-absorbibles y biodegradables.	Bio polímeros

Como lo mencionábamos anteriormente es necesario conocer dos aspectos importantes a considerar cuando se va a trabajar con biomateriales, los cuales son:

- El efecto del implante en el organismo
- El efecto del organismo sobre el implante

Con esto podemos decir que es importante que el material que se va a utilizar no deba incluir componentes solubles en el sistema vivo, a menos que esto tenga un fin específico. Así mismo el sistema vivo no debe degradar el implante a menos que la degradación sea intencionada. También es importante analizar si el material es incompatible, además de que el material debe ser esterilizable y libre de bacterias y endotoxinas que puedan dañar el organismo. (Issa Katime, 2004).

Existen muchas aplicaciones de los biomateriales en la medicina, algunas de ella se muestran en la tabla 1.

En la tabla 2 podemos ver algunos polímeros y sus aplicaciones de manera más específica:

Como se puede observar en las tablas anteriores los biomateriales tienen distintos usos y aplicaciones en el área biomédica, entre estas destaca el uso de siliconas y biopolimeros para la construcción de las válvulas para la hidrocefalia. Mismas que han venido a revolucionar el mundo de la neurología ofreciendo nuevas alternativas para mejorar el estilo de vida de una gran cantidad de pacientes.

A lo largo de la investigación se pudo observar que la solución al problema de la hidrocefalia ha tenido grandes avances a lo largo de la historia. Todo ello es gracias al trabajo de miles de personas; médicos, ingenieros, los gobiernos de los diferentes países y las inversiones de algunos particulares. Cabe mencionar que orgullosamente nuestro país ha contribuido un poco con algunos avances, ya sea en investigación o en materializar el resultado de las mismas, incluso con algunas mejoras a los métodos de resolución ya existentes.(Patentes online, 2009). En los últimos meses por mencionar un ejemplo, alumnos del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey dieron a conocer uno de los prototipos de válvulas para contrarrestar la hidrocefalia neonatal más eficaces, este será instalado en el bebe cuando aun esta dentro del vientre materno. (ITESM Campus Puebla. 2010).Este como muchos otros avances marcan una gran diferencia en la calidad de vida de estos pacientes. Esto nos lleva a la conclusión de que nuestro país cuenta con grandes talentos y que es de suma importancia que se brinde apoyo a la comunidad científica en nuestro país, sobre todo a las universidades que son las encargadas de generar y potencializar a todos aquellos nuevos talentos en el mundo de la ciencia.

Agradecimientos

Sistema Nacional de Investigadores. Por su apoyo y por hacer posible la realización de esta investigación.

ITESM Campus Puebla. Por haber brindado su apoyo y puesto a disposición sus recursos.

Por su colaboración en el proyecto a Yenisey Mendoza, Carlos Santana Velázquez, Francisco Javier H. M., Javier Takeshi González Nagano, Adrianni Zanatta y Joan Manuel Guevara.

LAD. Madeleine H. Luría. Por su trabajo en la edición de gráficos.

Referencias

Lewis, R. (1987). Tratado de neurología. Barcelona, España: Salvat Editores, S.A.

Latarjet, M, & Ruiz, A. (2007). *Anatomía humana*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

*"Diseñan válvula para tratar la hidrocefalia desde el vientre materno".*Crónica Intercampus. ITESM Campus Puebla. Última Actualización: 5 de Marzo de 2010. Fecha de Recuperación: 25 de Marzo 2010. http://www.itesm.mx/cronicaintercampus/no_98/academica.html.

"Norma Oficial Mexicana NOM-098-SSA1".Especificaciones sanitarias de los equipos para derivación de líquido cefalorraquídeo. Francisco J. Higuera Ramírez. Última Actualización: 16 de Agosto de 1996. Fecha de Recuperación: 25 de Marzo de 2010. http://bibliotecas.salud.gob.mx/gsdl/collect/nomssa/index/assoc/HASH0143.dir/doc.pdf.

"Patentes Mexicanas" Patentes Online. Anónimo. Última Actualización: Febrero 2010. Fecha de Recuperación: 1 de abril, 2010 http://co.patentesonline.com/valvula-para-hidrocefalia-46221.html

Tabla 2a

Biopolímeros	Aplicaciones
Polímeros sintéticos no degradables	
Polimetacrilato de metilo (PMMA)	Cemento óseo, dientes artificiales, lentes intraoculares
Fluorocarbonados	Injertos vasculares, catéteres y parches periodontales y abdominales
Hidrogeles	Catéteres y antiadhesivos
Poliacetales	Válvulas cardiacas, partes estructurales
Elastómeros de Poliamida	Catéteres y para tapar heridas
Policarbonatos	Membranas de oxigenación y hemodiálisis, conectores
Poliesteres	Injertos vasculares, globos para angioplastia, suturas y reparaciones para hernias
Elastómeros de poliéster	Catéteres
Poli (etercetonas)	Componentes estructurales y ortopedia
Poli (imidas)	Componentes estructurales, catéteres
Poli (metilpenteno)	Materiales protectores para dispositivos extracorporales
Poli(olefinas)	Suturas, globos de angioplastia, catéteres, jeringas
Elastómeros de poli (olefinas)	Tubos, corazones artificiales, catéteres
Películas de poliolefinas de alta cristalinidad	Globos de angioplastia
Poli(sulfonas)	Componentes estructurales y ortopedia
Poli(uretanos)	Catéteres, corazón artificial, prótesis vasculares, recubrimientos para heridas y revestimiento compatible con la sangre
Poli (cloruro de vinilo)	Tubos y bolsas de sangre
Siliconas	Implantes de cirugía plástica, catéteres, válvulas de corazón, membranas permeables al oxígeno, prótesis faciales y de la oreja
Polietileno de ultra alto peso molecular	Tejidos de alta resistencia

Tabla 2b.

Biopolímeros	Aplicaciones
Macromoléculas bioderivadas	
Albúmina entrecruzada	Recubrimientos de injertos vasculares y agente para contraste de ultrasonidos
Acetatos de celulosa	Membranas de hemodiálisis
Celulosa cuproamonica	Membranas de hemodiálisis
Citosina	Recubrimientos y liberación controlada
Colágeno	Recubrimientos y órganos híbridos
Elastina	Recubrimientos
Gelatina entrecruzada	Recubrimiento para corazón artificial
Ácido hialuronico	Recubrimientos, antiadhesivo, antiinflamatorio ocular y articular
Fosfolípidos	Liposomas
Seda	Suturas, recubrimientos experimentales de proteínas tipo seda
Recubrimientos pasivos	
Albúmina	Tromboresistencia
Cadenas alquilicas	Adsorbe albúmina para la tromboresistencia
Fluorocarbonados	Reduce el rozamiento en catéteres
Hidrogeles	Reduce el rozamiento en catéteres
Siliconas libres de sílice	Tromboresistencia
Aceites de silicona	Lubricación para agujas y catéteres
Recubrimientos bioactivos	
Anticoagulantes (ej: heparina)	Tromboresistencia
Antimicrobianos	Resistencia a la infección
Peptidos de adhesión celular	Mejora adhesión celular
Proteínas de adhesión celular	Mejora adhesión celular
Adhesivos tisulares	
Cianoacrilatos	Microcirugía
Pegamento de fibrina	Recubrimiento para injertos vasculares y microcirugía

Sistema válvula para hidrocefalia". Anexa, Insumos Médicos y Equipos. Anónimo. Última Actualización: 2010. Fecha de Recuperación: 24 de Marzo 2010. http://www.aneqsaca.com/Detailed/Productos/Insumos/Generales/Sistema_V_lvula_para_hidrocefalia_chhabra_45.html.

Anonymous. (2008, July 22). Diario C. Retrieved March 25, 2010, from http://www.diarioc.com.ar/salud/Hidrocefalia_de_Presion_Normal/106931

Anonymous. (2009). Patentes Online. Retrieved Marzo 26, 2010, from http://www.patentesonline.com.mx/

Issa Katime, O. K. (2004, Septiembre). Universidad de Valladolid. Retrieved Marzo 26, 2010, from http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/medicina/biopolimeros.htm

Said R. Casolco, H. A.-M. (2010, Enero). Tecnologico de Monterrey. Retrieved Marzo 25, 2010, from http://web.pue.itesm.mx/investigacion/publicaciones/journals/Journal_Ene10.pdf

"Ingeniería Biomédica. Historia en construcción". Revista Ingeniería BiomédicalSSN 1909–9762, volumen 3, número 5, enero-junio 2009, págs. 28-30. Escuela de Ingeniería de Antioquia–Universidad CES, Medellín, Colombia. Articulo Online. Recuperado: 23 de Marzo, 2010.http://www.eia.edu.co/SITE/LinkClick.aspx?fileticket=gxrrzSFgo0U%3D&tabid=498&language=en-US.

"Derivación ventricular operitonial". Servicio de Neurocirugía del Hospital General Universitario de Alicante. Autor: Dr. J. Sales Llopis. Fecha de recuperación: 25 de Marzo, 2010.http://www.neurocirugia.com/intervenciones/dvp/dvp.htm

"Síndromes de hiperdrenaje de las válvulas en hidrocefalia infantil". Neurocirugía. J.F. Martínez-Lage; M.A. Pérez-Espejo; M.J. Almagro; J. Ros de San Pedro; F. López; C. Piqueras y J. Tortosa. Fecha de actualización: Abril,2005. Fecha de repecuración: 26 de Marzo de 2010.http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-14732005000200004

"Antecedentes históricos de la hidrocefalia y su tratamiento" Imbiómed. De la Mora López Luis Arturo. Última actualización: 2004. Fecha de recuperación: 22 de Marzo de 2010. http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=5447&id_seccion=582&id_ejemplar=593&id_revista=21

"Hidrocefalia". Medline Plus. Golden JA, Bönnemann CG.Última actualización: 11 de Febrero, 2010. Fecha de recuperación: 21 de Marzo de 2010. http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001571.htm

"Hidrocefalia". National Institute of Neurological Disorders and Stroke. National Institutes of Health. Última Actualización: 03 de Marzo, 2010. Fecha de Recuperacion: 21 de Marzo, 2010. http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/la_hidrocefalia.htm

Valdés JM, Blanco ME, Kofman S. Defectos congénitos en el Hospital General de México. Frecuencia observada durante 10 años mediante el RYVEMCE. Rev Med Hosp Gen Méx 1997; 60:181-187.

"Hidrocefalia Congénita" Guia diagnostica de Neurología y Neurocirugía. Hospital General de México. Fecha de Actualización: 2005. Recuperado: 22 de Marzo, 2010. http://www.hospitalgeneral.salud.gob.mx/descargas/pdf/area_medica/neuro/5hidrocefalia_congenita.pdf.

"Hidrocefalia". Diagnostico. Dr. Humberto Trejos. Fecha de Actualización: 2010. Recuperado: 23 de Marzo, 2010. http://www.diagnostico.com/Trejos/Hidrocefalia.stm

Camargo, B. (28 de Mayo de 2009). *Desarrollo humano*. Retrieved 29 de Marzo de 2010 from http://1desarrollohumano1.blogspot.com/

Raholin SRL. (2010). Retrieved 28 de Marzo de 2010 from http://www.raholin.com/pdf/silicona.pdf

MECATRÓNICA AUTOMOTRIZ, UNA REALIDAD AL ALCANCE

José de Jesús Medel Juárez[1], Romero Urbieta Parrazales[2], Gabriel Hernández López[3]
[1,2]Centro de Investigación en Computación
[1,3]Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
[3]Universidad Panamericana
Av. 100m, esq. Venus, Edificio CIC, CP 07738, Col. Nueva Industrial Vallejo, Del. Gustavo A. Madero, México D.F.
[1]jjmedelj@yahoo.com.mx, rurbieta@cic.ipn.mx, gahlope@up.edu.mx

Resumen:
La generación de herramientas cada vez más sofisticadas, para un mercado más competitivo, requiere de la integración de diferentes ciencias, que permitan una mejor operatividad, mejor desempeño, y una integración a cadenas productivas. Un ejemplo que ha venido a revolucionar el mercado de las comunicaciones es el uso de los automóviles cada vez más sofisticados y con mejores niveles de desempeño, y que requieren de una interacción con el usuario y su medio de desarrollo.
La mecatrónica automotriz, como una ciencia aplicada, integradora de otras ciencias aplicadas tales como la telemática, la biónica, la electrónica, la mecánica, el control, la informática, entre otras, permite ver al todo como un sistema en el que se busca la optimización global del sistema llamado automóvil. En este trabajo se busca dar la divulgación de cómo era la operación de los sistemas de un automóvil y como se dio pie al desarrollo de sistemas más elaborados, que permitieran darle al usuario mayor confiabilidad en sus operaciones, hasta llegar a sistemas que cuentan con interacción entre máquinas y máquinas con humanos.
Palabras clave: *mecatrónica automotriz, sistemas digitales, control digital.*

Abstract
The set of tools each day more sophisticates and increases the market with high competitive conditions, requires the integration of several sciences, leading to enhanced operation, improved performance, and integration of productive chains. One example that has revolutionized the communications between the cities and the markets has been the automobile evolution, seeking all time better performance levels, requiring more comfort and.
The Automotive Mechatronics, as an applied science, includes other applied sciences such as telematics, bionics, electronics, mechanics, control, computing, among others, can see the whole as a system which seeks overall system optimization called automobile.
This paper seeks to provide disclosure of what was the operation of the systems as an automobile and gave rise to the development of more sophisticated systems that allow the user gives greater reliability in their operations up on systems with interaction between machines and machines with humans.
Key words: *Automotive Mechatronics, Digital Systems, Digital Control*

Dr. José de Jesús Medel Juárez
Profesor Investigador del Centro de Investigación en Computación y del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, ambos del Instituto Politécnico Nacional.
Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.
Con más de 60 publicaciones internacionales (JCR; ISI, Latindex, entre otros índices), más de 15 estudiantes graduados de posgrado (maestría y doctorado), tres libros actualmente agotados (Introducción a los Sistemas de Tiempo Real, Temas Selectos de Tiempo Real, Sistemas con Lógica Difusa).
Ha sido profesor de Mecatrónica (desde un punto de vista teórico) en diferentes instituciones de educación superior.

M en C. Romeo Urbieta Parrazales.
Profesor Investigador del Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional.
Es un especialista dedicado sistemas embebidos, electrónica de potencia y control digital de procesos.
Actualmente, integra sistemas de monitoreo y control a través de sistemas de comunicaciones mínimos.

Dr. En T. A. Gabriel Hernández López
Profesor e investigador de la Universidad Panamericana, cuenta con estancias de investigación en Canadá, Estados Unidos y Europa, relacionados a los procesos industriales, a la automatización e instrumentación de sistemas y procesos.
Dentro de los desarrollos logrados, cuenta con el diseño e integración de un tren motriz sin engranes.

Introducción

La evolución de la mecatrónica se puede ilustrar con la evolución del automóvil, ya que a mediados del siglo pasado dentro del automóvil, el radio era el único componente con funcionamiento electrónico. Todas las demás funciones eran enteramente mecánicas y eléctricas. En la evolución de la tecnología, actualmente el automóvil tiene más de 5 micro-controladores, mínimo 6 motores eléctricos y más de 20 kilogramos de cables, todos ellos en promedio, además de los sensores, cientos de líneas de software, manejadores y actuadores, controladores digitales, relevadores entre otras. [1,2,3,4]

Desarrollo

En un principio las funciones de monitoreo y control en el automóvil fueron mecánicas y eléctricas, se puede poner como ejemplo: el ajuste de los espejos, el cambio de velocidades, el prender las luces, el ajustar el asiento del conductor, el poner la calefacción o el aire acondicionado entre otros elementos. No se contaban con sistemas digitales para sistemas móviles, es más en los diseñadores de aquel entonces no consideraban el usar una computadora dadas las dimensiones de las mismas (cuartos enteros con sistemas de enfriamiento, con muchas personas cuidando sus condiciones de operación, evitando las vibraciones entre otros de los múltiples detalles que hacían imposible considerar que hubiera una computadora en un automóvil, menos aún, controlarlo e interactuar con el conductor). *[5]*

Todavía era muy temprano para considerar a los sistemas inteligentes de monitoreo, control y de seguridad. En esos inicios todos los sistemas eran ajustados ya sea mecánica o eléctricamente, y quedando en operación a ojo de buen cubero, siendo para cada automóvil una condición de operación óptima al gusto del cliente.

Los problemas existentes en los motores de combustión, tales como optimización en el uso del combustible, la inyección adecuada de aire, la cantidad de gases generados, la forma de vibrar, el ruido que generaban, la forma de enfriarlos, la manera en que debería hacerse circular los líquidos de enfriamiento, el cómo lograr que permaneciera en operación bajo diferentes circunstancias, el cómo lograr que se disminuyera la cantidad de consumo de combustible, entre otras necesidades. *[6]*

Se pensó primeramente en mejorar los sistemas de inyección, desde el uso del carburador, turbo cargadores, inyectores, entre otros sistemas mecánicos, eléctricos y electromecánicos; pero al final el que dictaba cómo se tenía que inyectar el combustible sería el pedal del conductor a una mezcla aire combustible, constante para cualquier condición de viaje.

Muchas veces se llegó a escuchar que la gente al viajar en su auto, comentaba que este cascabeleaba, que no tenía la potencia adecuada. Para evitar esta clase de problemas se consideró poner un altímetro integrado al carburador que se encargaba de modificar la relación de la mezcla de acuerdo a la altura a que se estuviera operando el motor, por medio de la regulación de la apertura del papalote superior del carburador. [7]

Las bujías, encargadas de prender la mezcla aire combustible después de haber sido comprimida por uno de sus cilindros, requería un proceso de sincronía, proceso generado entre el árbol de levas y el cigüeñal que movía a los cilindros, entre los cuales era conectado el distribuidor, quien se encargaba de enviar el voltaje necesario a la bujía para hacer la chispa dentro del proceso antes mencionado (En el caso de los motores diesel en lugar de la bujía solo es necesario hacer estallar la mezcla aire combustible, por medio de la compresión que sobre ella se hace).

El distribuidor es el cargado de dar la sincronía de prendido de la mezcla aire combustible por medio de las bujías en un orden específico.

Desafortunadamente el proceso de combustión de un motor de combustión interna, no era eficiente, para todos los cambios de velocidad, de altitud y de condiciones ambientales a las cuales era sometido el automóvil.

Se pensó en un encendido eléctrico que permitiera impulsar a una marcha para que el motor de combustión interna lograra cubrir su ciclo de cuatro tiempos en cada uno de sus cilindros y que ya quedará operando de forma cíclica, desconectándose en ese momento a la marcha. Se consideró cambiar los elementos mecánicos en el distribuidor por tan solo elementos eléctricos ya que los platinos tenían múltiples problemas, tales como el que se carcomían sus placas de contacto; el desajuste que en él se producía por la vibración de la máquina, las deformaciones que en él se generaban por el calor al que eran sometidos, entre otros problemas.

Se puede dedicar una monografía completa a la cantidad de problemas que se generaban en los automóviles de antaño, que no es el fin de esta investigación. En cambio se requiere saber que la evolución tuvo que darse en el automóvil para generar el uso masivo del mismo. Al incrementarse las compañías armadoras, se requerían ofertar mejores cualidades, mayor eficiencia, un mayor confort, ahorro de combustible, entre otras estrategias de competencia, requiriendo del uso de la electrónica, de los procesos semiautomáticos y semiautomáticos, de empezar a usar los sensores, el envío de información por el sistema eléctrico, en su forma más simple por medio de código de señales [8,9].

Con la evolución de los circuitos electrónicos, de los sistemas neumáticos, de los sistemas digitales, de la portabilidad, del almacenamiento masivo de información, de una mejoría sustancial en los sistemas de enfriamiento, se pudo ir integrando diversas tecnologías con un mismo propósito, hacer una máquina que cubriera las expectativas del cliente final, cada vez más exigente y con menor cantidad de recursos.

Es así como se integran los sensores para censar el paso de un engrane en el tren motriz del motor y liberar, de acuerdo a las condiciones ambientales la mezcla óptima, así como la descarga eléctrica a la mezcla comprimida dentro del cilindro en un tiempo específico [10].

Los sistemas de frenado ahora son del tipo diferencial, con sensores hidroneumáticos que evitan el bloqueo y la cristalización de las balatas, y así la disminución de muchos accidentes, requiriendo de un Sistema Mínimo que permita dar una respuesta en presión de manera diferida realizando un micro frenado a máxima presión por intervalos de tiempo imperceptibles a los ojos humanos, pero de gran eficacia [11].

Con el problema del tráfico en las grandes ciudades, se ha pensado en el uso de la Inteligencia Artificial para lograr disminuir o eliminar los choques generados por la somnolencia ¿cómo se está resolviendo?¿Qué han tenido que aprender los sistemas mínimos? ¿Cómo lograr la interacción más adecuada entre hombre y máquina?

El motor de combustión interna ha contando con múltiples aplicaciones en dos industrias: a) la industria del transporte de pasajeros ya sea masivo o individual; y b) de carga. En ambos casos se requiere de un sistema de transmisión que convierta la potencia generada en un diferencial de potencias para diferentes propósitos: 1) sacar a un móvil de su inercia, 2) mantener una inercia, 3) dar un incremento de potencia, etc. Se pensó en una "caja de velocidades" con un embrague en el cambio de condición de operación del sistema de transmisión.

Figura 1. Tablero interactivo con funciones básicas [24]

Ese tipo de sistemas tuvo una serie de limitantes, porque en muchas ocasiones Se "patinaba" el embrague cuando las pastas que en él se encontraban se cristalizaban (igual que en los frenos) y ya no podía transmitir la potencia en su estado diferencial considerado, en los automóviles se observaba que vibraba el auto, que se tardaba en romper su inercia, etc.

Fue así que se consideró el uso de la turbina que realizará los cambios de velocidad a través de cambios de presión considerando a las fuerzas centrífugas y centrípetas correspondientes para cada caso.

Hace veinte años se introdujo el control en el sistema de transmisión, requiriendo de medir la potencia en las ruedas, en el sistema de transmisión, así como el del motor de combustión interna; se calcula el deslizamiento entre todos ellos, y se propone el número de velocidad a usar que lo minimice. Se observó que era necesario que en el sistema de tracción fuera considerado los cabeceos axiales en todos sus elementos, dando como resultado un complemento con lo considerado y que hizo que el desplazamiento de los automóviles fuera con la menor cantidad de vibraciones posibles. Para evitar el patinaje de las ruedas del automóvil se considero el uso de un regulador de potencia diferencial de acuerdo a las condiciones que el vehículo tuviera de operación, llegando hasta la combinación de estos sistemas de regulación de velocidad con el sistema de frenado ABS con el fin de lograr un desempeño y control deseados [12,13].

Para integrar los diferentes sistemas que hicieron que el automóvil adquiriera las condiciones de seguridad y operación que actualmente tienen, fue necesario integrarlos a un sistema central por medio de una CPU, con sistemas de control que van desde el del PID hasta los modos deslizantes, priorizando las operaciones con el motor y el sistema de frenado. Cada subsistema debería de contar con un micro-controlador con memoria EEPRO, con entradas y salidas tanto analógicas como digitales, circuitos PWM, con núcleos operados por prioridades. Hasta llegar a los micro-controladores que regulan el ajuste de los espejos como de la posición e intensidad de las luces.

La integración de los sistemas mecánicos, con los sistemas hidráulicos, eléctricos, electrónicos, a través de sistemas digitales mínimos integrados con sistemas de monitoreo y control permitió ver al todo como un sistema de operación conocido como sistema mecatrónico, que de manera ilustrativa se observa en la Fig 1.

Es así como la Mecatrónica se convirtió en la herramienta integradora de la operación adecuada de un automóvil, cada vez con mejoras que permitan brindar al usuario final mejores condiciones de viaje.

El mercado de los automóviles presentó una alta correlación entre mayor Mecatrónica mayores fueron las ventas. Circunstancia que afectó los mercados mundiales relacionados, que provocaron la crisis económica de finales del siglo pasado. Tal que las características mecatrónicas son el diferenciador en el producto de consumo. En la Fig 2., se observa el sistema mecatrónico operando a través de una PC.

La innovación, así como la integración de más componentes de monitoreo y control, permitirán brindar viajes más seguros y con mayor confort, al realizar casi todas las operaciones del sistema Mecatrónico. El paso ahora más importante, es el lograr que los sistemas mecatrónicos permitan operar los automóviles de manera autónoma, adaptable e inteligente, buscando la menor pérdida de tiempo y de energía en llegar de un punto a otro, con la colaboración de la ubicación global.

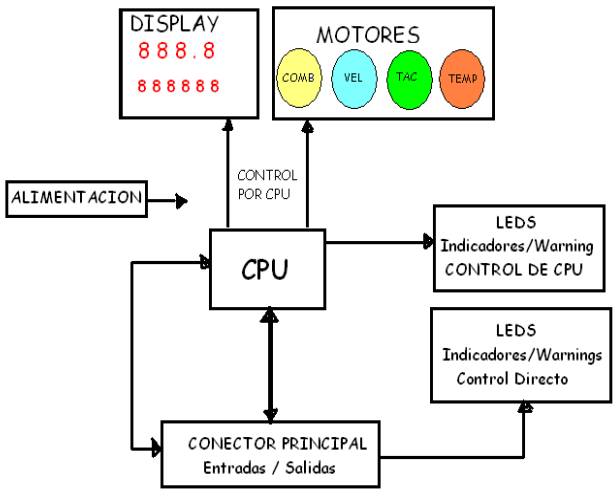
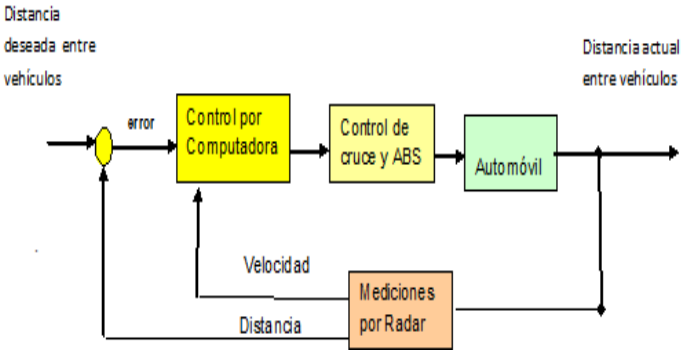


Figura 2. Sistema de control del automóvil por medio de un CPU.



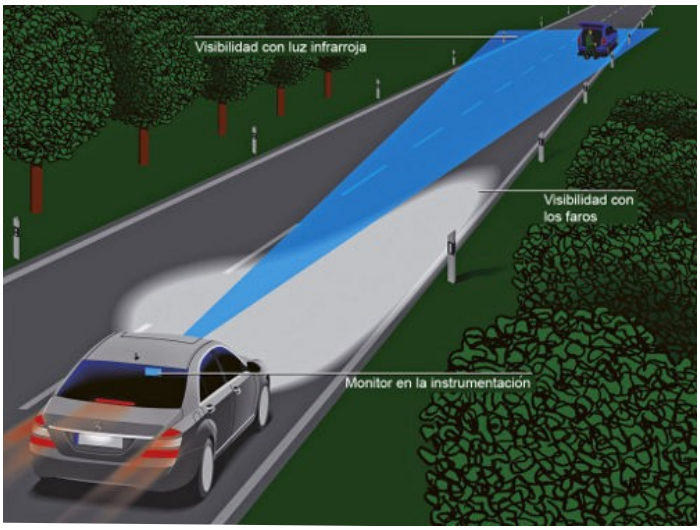


Figura 4. Sistema de Control y Sistema radar para ubicar obstáculos en el camino, que se observan de manera ilustrativa en los automóviles [10, 23].

Para afrontar de mejor manera el proceso de automatización global de los sistemas del automóvil, se requiere de las redes de transmisión de señales tanto alámbrica como inalámbrica para comunicarse entre automóviles vecinos, así como en los diferentes sistemas que lo compone, requiriendo de la integración de la Mecatrónica con la telemática, para el uso de los diversos protocolos de comunicación, interfaces, y herramientas de software que permiten una ubicación global, puntual y vecinal, información que le servirá al sistema mecatrónico para la toma de decisiones, que le ayuden a la obtención de la autonomía del móvil en un ambiente acotado con cambios dinámicos acotados. Es el caso de los automóviles de la Fig 3., en donde ellos cuentan con una ubicación global así como local por el sistema de radares con que cuentan, con desplazamientos que son monitoreados por radares, y que siempre les permite contar una distancia relativa constante.

Ahora con el desarrollo de los sistemas microelectrónicos (MEMS), se ha desarrollado dentro de la industria automotriz tanto sensores como actuadores con un bajísimo consumo de energía, y que forman parte de la red mecatrónica; se tiene como ejemplo los acelerómetros instalados en las bolsas de aire de seguridad, la red de sensores de calentamiento en el interior del automóvil, para la operación del aire acondicionado, entre otros ejemplos. Los sistemas de radares radiales a través de frecuencias altas permiten detectar la posición de los vehículos, la distancia a las barreras en el camino, que en forma indirecta y por el efecto Doppler, se determina la velocidad diferencial entre los automóviles vecinos para saber cómo se para, si rebaza, si baja la velocidad, todo ello acoplado al sistema mecatrónico que opera al sistema de frenado y de aceleración de acuerdo a un criterio establecido para la toma de decisiones lo más adecuadas posibles. Como puede verse en la Fig. 4., en el sistema de control por radar, contando con una referencia y una posición actual; en esa misma figura de manera ilustrativa se incluye el sistema radar operando dentro de un automóvil, con obstáculos al frente.

Figura 3. Dos automóviles, todo terreno con operación mecatrónica [25].

Se ha visto hasta ahora que la evasión de obstáculos requiere de mucho entrenamiento y a pesar de ello solo se ha logrado un resultado aceptable cuando la velocidad de translación y la velocidad relativas son muy bajas. Por ello la asistencia del usuario, ayuda a una conducción casi automática, ya que en el tablero se le avisa al conductor cuándo será mejor realizar un rebase

sin ningún contratiempo; claro está que el conductor tiene que cerciorarse de que no habrá ningún contratiempo [14,15,16,17,18,19,20,21,22].

La operación en tiempo real tanto del monitoreo y control usando a la telemática y a la Tecnología MEM, con el apoyo de radares, GPS, ABS, controladores de los dispositivos mecánicos e hidráulicos interactuando por medio de la inteligencia artificial, permitirá el desarrollo de rutas dinámicas.

En la Fig 5., se describe por medio de un diagrama a bloques la operación del sistema mecatrónico dentro de un automóvil.

Parece que los sistemas mecatrónicos dentro del automóvil requerirán mayor cantidad de elementos, que transformarán la visión de esta clase de herramientas, siendo necesario preguntar ¿serán necesarios los parabrisas? ¿La configuración actual de los asientos es la adecuada? ¿La forma de estacionamiento actual es la más eficiente o requerirá adecuarse a las nuevas tecnologías? ¿Las avenidas, carreteras y demás vías de uso de los automovilistas requerirán de MEMS que interactúen con los automóviles? Dentro de todo ello se requiere preguntar ¿la mecatrónica ayudará a disminuir las emisiones contaminantes así como la cantidad de tráfico? ¿El tamaño de los automóviles, dadas las condiciones actuales, serán de una sola plaza, logrando los mini-automóviles y el ensamble entre ellos para formar un automóvil familiar?

Es así que el automóvil como un sistema mecatrónico requiere estar en armonía con la sociedad y brindad cada vez mayores beneficios ecológicos como transporte ¿cómo lograr que la ciencia desarrollada en los centros de investigación sea integrada dentro de los automóviles mecatronizados?

Es un problema a resolver por las generaciones inmediatas de científicos, tecnólogos, empresarios y sociedad en general tales como los grupos ecologistas; buscando que este medio de trasporte sea de la mejor calidad, al menor precio, máxima seguridad y cada vez menos contaminante [23].

Conclusión

En este trabajo se presentó el cómo se estaba integrado un automóvil entre sus diferentes herramientas para que pudiera operar de una manera accesible para el usuario final. La tecnología permitió que los sistemas de monitoreo y control evolucionaran y estuvieran interconectados hasta llegar a forma todo un sistema en el que se busca la optimización de los recursos y dar el mejor ahorro y máximo confort al usuario; a toda esa integración se

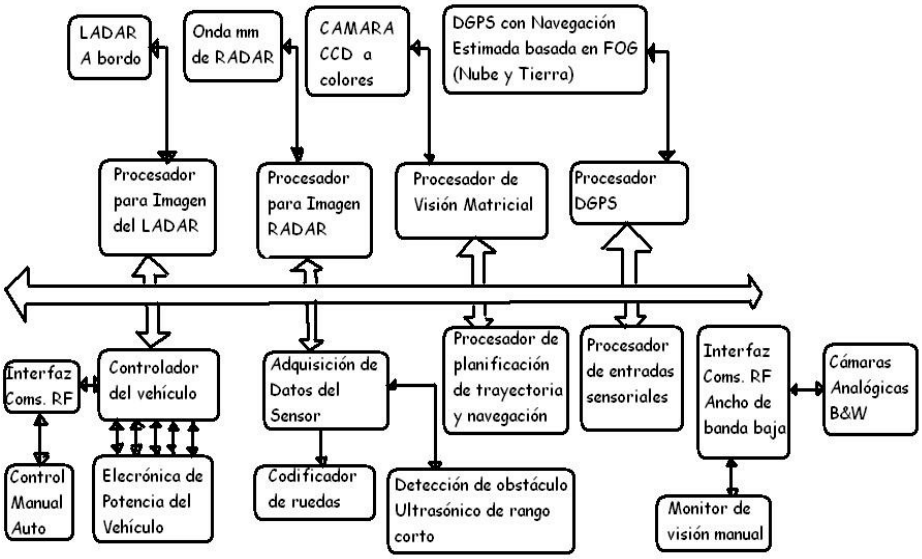


Figura 5. Sistema global de comunicaciones del sistema mecatrónico de un automóvil [11].

le considera como la descripción de la Mecatrónica Automotriz.

En las figuras se pueden observar algunos de los sistemas de control, el sistema maestro de monitoreo y control y el sistema de control de distancia, como ejemplos de un sistema mecatrónico.

Referencias

[1]. *Electrónica del automóvil*. http:// tuning.**deautomoviles.com.ar**/articulos/ electronica/ equipamiento.html
[2]. *ECU & chips + programas de potenciación de motor*.http://tuning. **deautomoviles.com.ar**/articulos/ electronica/ecu-chips.html.
[3]. *Producto y servicios*. http:// tuning.**deautomoviles.com.ar**/proveedores.html
[4].*Sistemas electrónicos Y circuitos del auto + CAN*. http://tuning.**deautomoviles.com.ar**/articulos/ electronica/sistema-electronico.html
[5]. *Motor del auto y la unidad de control electrónica ECU*. http://tuning. **deautomoviles.com.ar**/articulos/ electronica/unidad-de-control.html.
[6]. *Performance & potencia del auto con chip*. http:// tuning. **deautomoviles. com. ar**/articulos/electronica/ chip-performance.html.

[7].*Sistema de combustible volkswagen computarizado.* http://html.rincondelvago. *com/sistema-de-combustible-computarizado.html*
[8]. *Cajas de cambio automáticas I*. http:// www.escuelaindustria l.cl/_notes /Cajc_ automomatica.pdf.
[9].*Cajas de cambio automáticas II*. http://www.centro-zaragoza.com/informacion/ Publicaciones/Revista/ images/R13_A5.pdf.
[10]. El *control electrónico de estabilidad y el sistema de ayuda a la frenada*: https:// espacioseguro.com/ fundacionfitsa0/admin./_fitsa/archivos/ publicaciones/0000025/05-Estabilidad.pdf.
[11]. *sistemas de auto diagnóstico de fallas.* http:// www.**deautomoviles.com.ar**/ artícu los/mantenimiento/ sistemas-de-diagnostico.html
[12].*Automatic Control*. http://www.control.lth.se/H2C/ abs.html
[13]. *Effectiveness of ABS and vehicle Stability Control Systems*. http://www. Monash.edu.au/muarc/reports/Other/ RACV%20ABS%20braking%20system%20effectiveness .pdf
[14]. *Preguntas sobre RADAR*. http://www.todoradares.com/ web2007/faq/radar.php.
[15]. *Cruise Controls, Connections, Micro Cruise Switch Settin.* http://www.the12volt.com/cruises/cruises.asp.
[16]. *Radar de control de velocidad.* http://es.wikipedia.org/ wiki/Radar de control de velocidad.
[17]. *Mobile Radar: Calculando la velocidad, distancia y dirección*.http://www. wayerless.com/2010/01/mobile-radar -calculando-la-velocidad-distancia-y-direccion/.
[18] *¿Cómo funciona el radar de velocidad?*.http:// www.circulaseguro. com/ 2009/05/ 01-como-funciona-el-radar-de-velocidad..
[19]. *Las ayudas a la conducción e Isaac **Asimov***. http:// www.circulaseguro .com/2010/05/ 13-las-ayudas-a-la-conduccion-e-isaac-asimov,.
[20]. *Medidor de distancia por sonido*. http:// www.electronica2000. com/varios/ medi distancia.htm
[21]. *Medida con radar de la velocidad de rotacion de mercurio.* http://webs.um. es/bussons/radarMercurio.pdf
[22].*Tipos de radares de velocidad existentes*. http:// www.elrincondelconductor. com/2009/02/tipos-radares-velocidad/
[23]. *La ecuación del radar*. http://www.tecnoradar.es/ ecuacionradar.html.
[24] *Sistemas mecatrónicos* http://www.google.com.mx/ imgres?imgurl=http://cdn.clasipar.com/pictures/ photos/001/003/323/vga_TABLERO_4.jpg&imgrefurl=http://clasipar.paraguay.com/ table-ro_para_camionetas_japonesa_traida_de_chile_676076.html&usg=__hgmdI6IEQoIVRQKjlyCbrViNMLw=&h=480&w=480&sz=45&hl=es&start=18&um=1&itbs=1&tbnid=XHh1nTpIVvREWM:&tbnh=129&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dtableros%2Binteractivos%2Bpara%2Bautos%26um%3D1%26hl%3Des%26safe%3Dactive%26tbs%3Disch:1

[25] *Mecatrónica* http://www.mecatronika.com/page/10/]

UN POCO MÁS SOBRE LA TEORÍA DEL CAOS Y LOS FRACTALES

Joan Josep Solaz-Portolés

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials.

Universitat de València. España.

Joan.Solaz@uv.es

RESUMEN

En este artículo se intenta llevar a cabo una aproximación a la teoría del caos y los fractales. Se introducen y se relacionan los conceptos e ideas básicas, y se trata de dar una visión global de esta teoría que ponga de relieve su papel en una nueva visión epistemológica de la ciencia.

ABSTRACT

In this paper we try to carry out an approximation to the chaos theory and fractals. Concepts and basic ideas are introduced and related, and it is discussed a global vision of this theory that emphasizes her role in a new epistemological vision of the science.

PALABLAS CLAVE: Caos, sistemas no lineales, sistemas complejos, fractales

KEYWORDS: Chaos, non-linear systems, complex systems, fractals.

En un artículo publicado en esta revista en 1997 por el profesor Cuauhtemoc Pacheco ya se abordó el tema del caos y los fractales. Con el presente artículo se pretende dar una visión complementaria a la que se dio en dicho artículo en su momento. Se amplían conceptos y se intenta clarificar las relaciones entre ellos con la finalidad de aumentar la inteligibilidad de los razonamientos e ideas para, de este modo, dar a conocer el estado ontológico de la teoría del caos y sus consecuencias.

LOS INICIOS

En los años sesenta del siglo pasado el meteorólogo del MIT Edward Lorenz desarrolló un modelo de tres ecuaciones diferenciales ordinarias para describir el movimiento de un fluido bajo la acción de un gradiente térmico y a la hora de encontrar soluciones numéricas con ayuda de un ordenador. Se encontró con el fenómeno de la dependencia sensible a las condiciones iniciales. Es decir, el sistema era inherentemente impredecible, de tal modo que pequeñas variaciones en la fijación de las condiciones iniciales llevaban a soluciones muy diferentes.

Una forma de referirse al fenómeno anterior, que se ha hecho muy popular, es el término *efecto mariposa*, que proviene del título de la conferencia pronunciada por Edward Lorenz en la 139º reunión de la Sociedad Americana para el Avance de la Ciencia: *"¿Puede el aleteo de una mariposa en Brasil desencadenar un tornado en Texas?",* con el que se quería dar énfasis a la dependencia extrema de las condiciones iniciales.

Por su parte, Ruelle y Takens en un trabajo sobre la turbulencia, llegaron a una conclusión conceptualmente equivalente a la de Lorentz: un sistema agitado por movimientos en los que sólo existen tres frecuencias independientes puede desestabilizarse, convirtiéndose sus movimientos en irregulares y erráticos.

Los estudios presentados pusieron de manifiesto que sistemas reales con un número pequeño de variables independientes podían generar comportamientos caóticos. Se comenzó a hablar del caos determinista, una verdadera revolución conceptual que desencadenó una avalancha de investigaciones en diversas áreas de conocimiento: física, astronomía, química y biología. No obstante, los verdaderos iniciadores de esta revolución fueron los físicos Poincaré, Hadamard, Maxwell y Arnold quienes llegaron a establecer resultados relevantes para ciertos sistemas dinámicos. Actualmente, se habla ya de una teoría que ha sido rigurosamente contrastada: la teoría del caos.

¿QUÉ ES LA TEORÍA DEL CAOS?

La teoría del caos puede definirse como el campo de estudio de la conducta de los sistemas dinámicos y no-lineales. Un sistema dinámico puede ser representado mediante un modelo matemático que describe su variación en el tiempo. En dicho modelo matemático suelen aparecen ecuaciones diferenciales. En los sistemas no-lineales no hay relación sencilla entre causa y efecto. Un cambio en una de las variables puede afectar el valor de otra de manera tal que diverja radicalmente de lo que sería predecible.

Sistemas deterministas son los que obedecen las leyes de la física clásica u otras construidas siguiendo el mismo principio. Así, en mecánica clásica, una vez conocida la ley que gobierna el sistema y su estado presente, queda fijada la solución. Esto es, conocemos el estado de movimiento para cualquier valor del tiempo. Dicho de otro modo, tanto el futuro como el pasado quedan determinados por el presente. Un ejemplo de esto es el movimiento de los planetas, cuya evolución podemos determinar con un error despreciable. Por ello, se identifica determinismo con la capacidad de predecir el futuro a partir únicamente de los datos actuales.

En un principio, se tendía a asociar determinismo con sistemas de pocos grados de libertad (los grados de libertad son las variables necesarias para describir un sistema), como un planeta en movimiento, y probabilismo con los de muchos grados de libertad, como un volumen de determinado de aire. Se sabe desde hace tiempo que en los sistemas con un número grande de grados libertad (los grados de libertad son las variables necesarias para describir un sistema) aparece un comportamiento caótico.

Sin embargo, se ha comprobado que el comportamiento caótico aparece en diversidad de ocasiones, incluso en sistemas de pocos grados de libertad. En estos casos, la solución del problema depende extremadamente de la condiciones iniciales. Partiendo de condiciones muy similares, el sistema acaba efectuando movimientos prácticamente independientes. El error en la predicción es necesariamente mucho mayor que el error en la medida inicial, al contrario que en el movimiento de los planetas, en que ambos errores son del mismo orden de magnitud. Un ejemplo de comportamiento caótico se presenta en un sistema mecánico muy simple formado por dos péndulos no lineales que se acoplan por medio de imanes permanentes (uno de ellos ligero y que pueda girar completamente alrededor de su eje, y el otro de mayor masa y que también puede girar alrededor de su eje) ofrecen un espectáculo sorprendente. El péndulo masivo oscila normalmente, pero el ligero describe movimientos imprevisibles, caóticos.

Esto tiene importantes consecuencias en diversos campos de la ciencia. Así, la teoría del caos se ha convertido en la tercera gran revolución de la física del siglo XX, junto con la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. Además, la aplicación de dicha teoría está produciendo resultados interesantes en muchos problemas relacionados con las ciencias de la vida, tales como las oscilaciones metabólicas, el ritmo cardíaco, la actividad cerebral y la dinámica de las poblaciones.

UNA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS CAÓTICOS EN LA NATURALEZA

Vamos a analizar uno de los sistemas más simples cuyo comportamiento puede volverse caótico: el péndulo. Para este sistema se puede dar una representación gráfica de su dinámica que consiste en proporcionar la sucesión de velocidades angulares de la lenteja en función de su ángulo con la vertical en todo instante.

En ausencia de rozamiento, el sistema oscila indefinidamente y en la representación gráfica mencionada aparece una curva cerrada (también llamada *trayectoria dinámica* del sistema): una elipse. Sin embargo, es mucho más realista analizar el péndulo con rozamiento, es decir, un sistema disipativo. En este caso, todas las *trayectorias dinámicas* posibles convergen hacia un *punto fijo*: velocidad angular y ángulo nulos. Si mantuviéramos las oscilaciones del péndulo real mediante la compensación de los efectos del amortiguamiento (en este caso, la energía disipada por el rozamiento queda compensada por un aporte externo de energía), todas las *trayectorias dinámicas* posibles convergen hacia una única denominada *ciclo límite* (en este caso, una elipse también).

Las *trayectorias dinámicas* de las que estamos hablando se sitúan en un espacio matemático que se denomina *espacio de las fases*. Aunque abstracto, este espacio contiene en forma geométrica una información concreta. El *espacio de las fases* de un péndulo (o de un oscilador armónico en general) es un plano cuyas coordenadas son q (posición o ángulo) y p (momento o velocidad). Estas magnitudes tienen que ser independientes para que cada una de ellas aporte su propia información. La dimensión del *espacio de las fases* (dos para el sistema estudiado) es igual al número de *grados de libertad* del sistema, que desempeña un papel primordial en la aparición y caracterización de los componentes caóticos. En este espacio, tanto el *punto fijo* como el *ciclo límite* reciben el nombre de *atractor*: ambos atraen hacia ellos todas las *trayectorias dinámicas* posibles.

Cuando nuestro sistema tiene tres dimensiones, como sucede en un péndulo sometido además de la fuerza de la gravedad a una fuerza exterior periódica, el correspondiente *espacio de las fases* se debe construir a partir de las dos variables ya consideradas, a las que añadiremos una variable asociada a la fuerza periódica exterior. Será, por tanto, un *espacio de las fases* de tres dimensiones y la *trayectoria dinámica* obtenida se parece a un solenoide arrollado a la superficie de un toro.

El comportamiento de los sistemas estudiados hasta el momento es predecible, en consecuencia, conociendo su estado en un instante dado es posible determinarlo en cualquier tiempo posterior. En el *espacio de las fases* esto significaría que dos *trayectorias dinámicas* vecinas en un instante dado seguirán siéndolo siempre. Sin embargo, un sistema cuya evolución es impredecible dos trayectorias dinámicas próximas se separan, se vuelven absolutamente diferentes y sin ningún tipo de relación. Esto sería, por ejemplo, lo que les ocurre a dos hojas dejadas juntas en el mismo instante en el torrente de un río. Esta propiedad del sistema se denomina *sensibilidad a las condiciones iniciales*. A los sistemas que tienen esta propiedad se les asigna el nombre de caóticos.

La estructura que caracteriza a los *atractores* de los sistemas caóticos tiene dos tendencias antagónicas. Por una parte debe atraer las *trayectorias dinámicas* hacia el atractor, tendencia ésta ligada a su carácter disipativo; y por otra parte, debe hacer diverger las *trayecto*rias dinámicas, tendencia procedente de la *sensibilidad a las condiciones iniciales*. Bajo estas premisas y haciendo uso de consideraciones puramente geométricas se puede colegir que en un *espacio de las fases* de cómo mínimo tres dimensiones puede haber *atractores* dotados de *sensibilidad a las condiciones iniciales*. Dicho de otro modo, para que un sistema dinámico no lineal pueda volverse caótico se requiere un mínimo de tres grados de libertad. A los *atractores* dotados de *sensibilidad a la condiciones iniciales* se les ha llamado *atractores extraños*.

Las trayectorias dinámicas de un *atractor extraño* llenan porciones del espacio de las fases sin cortarse nunca y dibujando figuras de hojas cada vez más apretadas a medida que las escalas consideradas se hacen más pequeñas. Los *atractores extraños* son *fractales*. Un *fractal* es un objeto geométrico que si lo ampliamos muestra una serie repetitiva de detalles, de tal modo, que a diferentes escalas la estructura parece ser la misma. Este carácter *fractal* de los *atractores extraños* es una consecuencia directa de las leyes que sigue la dinámica representada en el *espacio de las fases*.

Uno de los primeros experimentos en poner de manifiesto este tipo de *atractores* se llevó a cabo en un sistema hidrodinámico: se calentó por la parte inferior una capa horizontal de silicona, apareciendo corrientes que se organizan en rodillos convectivo. Cuando la diferencia de temperatura llega a ser elevada en cada punto del fluido la temperatura se vuelve dependiente del tiempo de acuerdo con un régimen caótico. Los *atractores* se ponen de manifiesto con ayuda de una técnica óptica no perturbante.

Se ha ido aceptando la existencia de propiedades emergentes que aparecen en los sistemas no lineales como resultado de la interacción entre sus partes, y que no pueden explicarse a partir de las propiedades de sus elementos constituyentes. Así una colonia de hormigas es capaz de llevar a cabo tareas de gran complejidad, pero cada hormiga individualmente es incapaz de realizar semejantes tareas. El comportamiento social del hormiguero emerge a partir de las interacciones entre hormigas, y no se puede reducir a las propiedades de un solo individuo Lo mismo ocurre con el cerebro y las neuronas que lo forman, o con un ecosistema y las especies que lo forman. Estos sistemas complejos aparecen a medio camino entre el orden y el desorden. Por un lado, el orden es necesario para almacenar la información y mantener la estabilidad de las estructuras; por otro lado, se precisa flexibilidad en la transmisión de información. A finales del siglo XX se propuso una hipótesis general acerca del origen de la complejidad: la *hipótesis de la frontera del caos.* Dicha hipótesis establece que la complejidad aparece en los *puntos críticos* en los que tienen lugar las transiciones de fase. Los sistemas complejos serían el resultado de una evolución hacia dichos puntos. En el trabajo publicado en *Nature* en 1996 por Ouyang y Flesselles se muestra que un sistema químico pasa de un comportamiento ordenado a caótico cuando se le aleja de su estado de equilibrio. Muestran experimentalmente la transición del orden al caos en el sistema conocido como reacción química de Belousov-Zhabotinsky.

ACERCA DE LA GEOMETRÍA FRACTAL

La aparición de la geometría fractal ha permitido el estudio de objetos fragmentados que presentan invarianza respecto al cambio de escala. Desde ese momento, es posible describir matemáticamente objetos o sistemas que se consideraban demasiado complejos: nubes, superficie de materiales, señales de un electrocardiograma o el movimiento browniano.

Los fractales son objetos matemáticos cuya principal peculiaridad es el ser auto-similares, esto es, a cualquier escala se puede observar la misma estructura. Los fractales tienen, en consecuencia, una cantidad infinita de detalle: a medida que aumentamos la resolución obtenemos más detalles. Esta auto-similitud es infinita sólo en el caso de los fractales matemáticos. Los fractales naturales sólo presentan un número finito de niveles de auto-similitud. Además, aunque son parecidos no poseen una semejanza totalmente exacta. Del principio de auto-similitud se desprende una consecuencia importante: la imposibilidad de medir el contorno de un fractal matemático. Su área es finita y puede calcularse, sin embargo su contorno no.

De forma general, podemos caracterizar los fractales mediante las siguientes propiedades:

- Tienen una estructura compleja a cualquier resolución
- Tienen una dimensión no entera
- Tienen perímetro de longitud infinita pero un área limitada

Se dice que un punto tiene dimensión 0, una línea dimensión 1, una superficie dimensión 2, y un volumen dimensión 3. Una curva fractal que recorre una superficie puede ser tan irregular que casi llene la superficie en la que se encuentra. Podemos imaginarnos, pues, que la irregularidad del fractal conduce a un aumento de su dimensión: una curva fractal tiene una dimensión comprendida entre 1 y 2, y una superficie fractal la tiene entre 2 y 3. Así pues, la dimensión de los fractales, al contrario de los que ocurre en la geometría euclidiana, no es entera.

Un fractal auto-similar se obtiene aplicando un número determinado de transformaciones similares a un conjunto compacto no vacío, y repitiendo infinitas veces el proceso sobre la unión del objeto original y el resultado de la iteración precedente. La secuencia de conjuntos generados converge hacia un único conjunto compacto no vacío. A este conjunto límite se le denomina conjunto *atractor* invariante y es independiente del conjunto inicial.

La curva de Koch fue una de las primeras curvas fractales en ser descrita. Más conocida aún que ésta es el copo de nieve de Koch, similar a la curva excepto que comienza a partir de un triángulo en lugar de un segmento. La curva de Koch se realiza mediante adiciones progresivas a un simple segmento de línea. La adiciones se efectúan dividiendo la línea en nuevos segmentos de un tercio de longitud, y luego substituyendo el segmento central por dos segmentos que, junto con el suprimido, formarán el triángulo equilátero. La repetición de este procedimiento sobre los segmentos resultantes infinitas veces conduce a la curva de Koch.

El objetivo final que hay tras la geometría fractal es la matematización de las formas que aparecen en la naturaleza que van más allá de la geometría euclídea. Un ejemplo típico lo tenemos en el estudio de un perfil de costa. Desde el punto de vista topológico tiene dimensión 1, en cambio, su dimensión fractal difiere de unas costas a otras. Desde 1980, las revistas científicas de diversas áreas de conocimiento han publicado centenares de artículos sobre la dimensión fractal. Otras veces se ha podido incluso correlacionar la dimensión fractal con las leyes físicas de un fenómeno. Ejemplos que se pueden citar son: las líneas de fractura de una lámina, la irregularidad de las macromoléculas en disolución, la permeabilidad de un medio poroso en función de las dimensiones de sus poros, o la distribución de galaxias en el Universo.

ESTUDIOS DE FRACTALES NATURALES.

Ciertos sistemas naturales poseen un número finito de grados de autosimilitud, y pueden ser considerados como fractales naturales. Partiendo de estas consideraciones, la geometría fractal ha ayudado enormemente a explicar diversos sistemas naturales tales como el curso de los ríos, la formación de nubes, plantas (cloliflor, romanesco, coníferas, sauces), las cordilleras, la evolución de las galaxias, el crecimiento poblacional, el funcionamiento de los huracanes, la redes nerviosas, redes de vasos sanguíneos, conductos biliares, árbol bronquial, etc. Todos estos sistemas de la naturaleza se pueden describir por un modelo matemático fractal que se aproxima satisfactoriamente al sistema real. Se ha de indicar que la geometría fractal se expresa por medio de elaborados algoritmos, esto es, de reglas e instrucciones de procedimiento complicados que requieren la ayuda del ordenador para convertirse en formas y estructuras.

Es de destacar el estudio de West y Goldberger, quienes propusieron la utilización de un mode-

lo fractal de los bronquíolos cuya característica más notable es la incorporación de múltiples escalas. Utilizando el método fractal y métodos de cálculo del grupo de renormalización llegaron a alcanzar muy buen ajuste con los resultados experimentales. El modelo, además, muestra una mejores condiciones de adaptabilidad a la hora de afrontar condiciones cambiantes.

Uno de los estudios de dimensión fractal que ha tenido mayor impacto ha sido el de la estructura terciaria de las proteínas (modo en que se organizan en el espacio las cadenas polipeptídicas). Gracias a los rayos X se han descubierto en la estructura terciaria de las proteínas distintos tipos de conformación. Por una parte, esta estructura terciaria es muy compleja, y por otra, es necesario obtener un método cuantitativo que permita obtener información de las conformaciones proteicas. Aquí la metodología fractal ha desempeñado un papel muy importante, ya que proporciona métodos cuantitativos para extraer una regularidad tras formas aparentemente irregulares. De hecho, merced a la aplicación de esta metodología se han podido obtener dimensiones fractales de las estructuras terciarias de distintas proteínas.

BIBLIOGRAFÍA

- Borondo, F. (2000). Caos: un paradigma multidisciplinar. *Seminario multidisciplinar sobre la teoría del caos y sistemas complejos*, Madrid. www.encuentros-multidisciplinares.org
- Dubois, M. et al. (1987). El orden caótico. *Mundo científico*, 68, 428-439.
- González, R. (1996). *Física para juristas, economistas y demás gente curiosa*. Barcelona: Grijalbo Mondadori.
- Jou, D. & Llebot, J. E. (1989). *Introducción a la termodinámica de procesos biológicos*.Barcelona: Labor.
- Ortuño, M. (1996). *Física para biología, medicina, veterinaria y farmacia*. Barcelona: Grijalbo Mondadori.
- Ouyang, Q. & Flesselles, J. M. (1996). Transition from spirals to defect turbulence driven by a convective instability. *Nature*, 379, 143-146.
- Rañada, A. F. (1986). Movimiento caótico. *Investigación y ciencia*, Marzo, 12-23.
- Sanjuán, M. A. F. y Casado , J. M. (2005). Dinámica no lineal: Orígenes y futuro. *RUISF*, 23-30.
- Simó, C. (1991). Cómo entender el caos determinista. *Mundo científico*, 115, 698-704.
- Solé, R. V. et al.(1996). Complejidad en la frontera del caos. *Investigación y ciencia*, Mayo, 14 -20.
- Solé, R. V. et al. (2001). Orden *y caos en sistemas complejos. Fundamentos*. Barcelona: Edicions UPC.
- www.dma.ulpgc.es/~aplaza/ficheros/resolver/ficheros/fractales.pdf
- http://giga.cps.unizar.es/~sandra

Joan Josep Solaz-Portolés es Doctor en Ciencias Químicas (Programa Didáctica de las Ciencias Experimentales) por la Universitat de València, España. Actualmente es Profesor Asociado en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universitat de València. Ha publicado más de cincuenta y cinco artículos en revistas indexadas (algunas en el SCI y SSCI, la mayoría en Latindex) de educación, ciencia y educación científica en doce países, así como tres libros en las mismas áreas de conocimiento. Miembro del consejo editorial de las revistas *Avances en ciencias e ingeniería* (Chile), *Educación Química* (México) y *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (Brasil).

EVOLUCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO APLICADO AL GANADO BOVINO

Brenda Sosa Reyes

Boulevard del Maestro S/N, Esquina Elías Piña, Col. Narciso Mendoza, C.P. 88710,
Cd. Reynosa, Tamaulipas, México, Tel. 8992163475. E-mail: sosar_1234@hotmail.com

RESUMEN

Desde la antigüedad donde los hombre empezaron con la domesticación de animales hace 9000 años, los humanos a través del paso del tiempo ha intentado por todos los medios identificar aquellos animales con características superiores para estudiar su genoma y analizarlo, saber cómo funciona y fijarle genes de interés a lo largo del tiempo, debido a las diferentes áreas geográficas y fin productivo que se le ha dado actualmente el ganado bovino se ha agrupado en dos subespecies de mayor importancia actualmente como es el *Bos taurus* y *Bos indicus*.

Con la implementación de las herramientas de mejoramiento genético estas han sido importante para el establecimiento de estrategias que nos permiten mejorar la especie deseada y maximizar su merito.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen más de 1000 razas las cuales han sido dedicadas a la producción de productos lácteos, carne, pieles, sin dejar afuera aquellos animales con fines religiosos o de recreación, la crianza de estos animales ha implicado que a lo largo del tiempo se hayan ido desarrollando diferentes estrategias de mejoramiento para así lograr la obtención de animales altamente productivos, dependiendo así del objetivo de selección que se les dé a estos animales.

La ganadería bovina es una fuente muy importante de alimento y otros recursos para la inmensa mayoría de los casi 6.600 millones de humanos que viven en el planeta, por ejemplo en China, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Estados Unidos, Filipinas, Francia, México, Panamá, Perú, Portugal, Venezuela, se usa en determinados espectáculos como la lidia, en Chile y Estados Unidos, los novillos de esta especie son ocupados en el rodeo. En México se utilizan en los jaripeos, charrería o monta de toro, espectáculos típicos mexicanos similares al rodeo.

Todas estas actividades han implicado la amplia producción de estos animales con la finalidad de abastecer la necesidad de los más de 6.600 millones de personas debido a la gran demanda que existe por este ganado.

GANADO BOVINO

Los mamíferos como los Bovinos contiene todas las especies domesticas más importante y más grande del mundo. Los Bovinos se distinguen por la presencia permanente de cuernos huecos, entre otras características estos mamíferos se han dividido en dos subespecies que actualmente se conocen estas dos subespecies son *Bos Taurus* y *Bos indicus,* pero también actualmente existe ganado derivado de las cruzas de estas dos subespecies.

- *Bos Taurus*.
- *Bos Taurus*

El ganado *Bos taurus* evoluciono de zonas del norte de Asia y en también en Europa, aunque hubo migraciones de ganado *Bos taurus* a lo largo de África Occidental y América, con las exploraciones que vinieron a hacer los españoles esta subespecie se adapto a regiones que tienen climas templados entre las característica que se pueden observar en esta subespecie es la presencia de pelo largo, pocos pliegues cutáneos, ojos redondeados, pelaje obscuro o pigmentados, tienen menor resistencia a parásitos, ausencia de papada, ausencia de giba que podría ser una de las características principales que los podrían distinguir del ganado *Bos indicus* ya que este último tiene una giba muy pronunciada.

El ganado *Bos taurus* ha sido muy utilizado en cuanto a la producción de carne entre las primeras razas que se han estado utilizando en la producción de carne se encuentran: Hereford, la Hereford sin cuernos, la Aberdeen-Angus, la Charoláis, de origen francés, la Brahmán, la Simmental.

Otras razas importantes en lo que es la producción de carne incluyen la Piamontes, la Rubia gallega, la Devon, la Galloway y la Highland, la Limousin, la Normandy y la Maine-Anjou, la Gelbvich, la Chianina; la Murray Grey y la Bonsmara y Drakensberger. (D.S. Buchanan, S.L. Dolezal, 1999).

Bos indicus

El ganado *Bos indicus* se mantuvo en el subcontinente indio durante muchas generaciones y comenzó entonces a migrar a lo largo de la costa oriental de África y hacia el sudeste de Asia, esta especie está adaptada al trópico, entre las características particulares de esta especies son, pelo corto, presencia de pliegues cutáneos, piel pigmentada y elástica, ojos alargados o achinados, tienen mayor resistencia a parásitos, presencia de papada en algunas razas la papada es más pronunciada y por último la presencia de giba que es la principal característica que los distingue de la subespecie de *Bos taurus*.

El ganado *Bos indicus* ha sido utilizada ampliamente utilizado en la producción de leche, y sus derivados, entre las razas que han sido destinadas o utilizadas para la producción de leche se encuentran: Holstein-Friesian, originaria de Holanda, Ayrshire proveniente de Escocia, Brown Swiss que es de origen Suizo, Guernsey, Jersey la cual es una de las razas que se ha reportado que tiene muy baja producción de leche, en comparación con la Holstein que es la raza con mayor producción de leche. Dentro de esta subespecie las principales razas presentes sobre todo en India, están las Gyroland, Sindhi roja y Tharparker. (D.S. Buchanan, S.L. Dolezal, 1999).

Dada la importancia que tienen estas especies y sus productos que se derivan de estos animales que son importantes para el ser humano, al igual que para los productores de este ganado por eso se tuvieron que implementar estrategias de mejoramiento genético como una herramienta importante para maximizar el merito del animal.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

El mejoramiento genético consiste en la aplicación de principios tanto biológicos, económicos y matemáticos, con la finalidad de encontrar estrategias óptimas para aprovechar la variación genética que existe en una especie de animales en particular para maximizar el mérito de dicho animal. Lo cual involucraría tanto las variaciones genéticas entre los individuos de una misma raza, así como la variación entre diferentes razas y cruzas de estas razas. (Montaldo y Barría, 1998).

Dentro de las primeras técnicas aplicadas al mejoramiento genético es la cría de animales que fue dada por los primeros pobladores que los utilizaban con fines de domesticación o alimento de ahí comenzaron las primeras aplicaciones.

Existen diferentes significados sobre la cría de animales dependiendo el área en la que se utilice por eso si la cría de animales pudiera describirse se podría hacer en una sola frase: “la

explotación optima de la variación de las especies biológicas". (Lush, 1945).

Dando paso a la selección inconsciente la cual consistió en escoger los mejores ejemplares para criarlos las próximas generaciones. Darwin lo llamo inconsciente y él lo definió como "el resultado de todo el mundo tratando de poseer y criar los mejores individuos animales y no alterar permanentemente la raza". La característica esencial de esta selección fue hacer caso omiso a la idea de la evolución y mejora continua de las especies con el tiempo. El objetivo principal en esta selección era obtener un animal estándar con características deseables, y aquellos que no las tuvieran serian descartados se escogían a los animales que presentaran las características (fenotípicas), que los criadores consideraban eran las mejores para obtener un animal ejemplar tales como, tamaño, pelo (color). (Darwin, 1959).

Sin embargo en el siglo XIX muchos autores no se encontraban conformes con dicha teoría. Este cambio implico sustituir la idea de un solo tipo de raza por la noción dinámica de una población evolucionando de una manera aleatoria y en una velocidad variable hacia un futuro desconocido. Http://agbio.cabweb.org, (2011).

Posteriormente después de que se realizaron varias investigaciones por científicos de aquellas épocas se descubrieron los genes y observaron que no solo eran las características fenotípicas las que influían en la variación de las especies sino que ahora era por la genética de cada animal. Con Gregor Mendel, en sus experimentos el propuso la idea original del gen, aunque él no los denominó genes, sino que eran factores, y vendrían a ser los responsables de la transmisión de los caracteres de una generación a la siguiente (lo que ahora llamamos genotipo) y estos darían lugar a las características fenotípicas de cada animal.

EL MODELO POLIGÉNICO

Este modelo nos explica cómo interactúan muchos genes al mismo tiempo para afectar a los fenotipos. Como se sabe, las influencias genéticas y ambientales que operan sobre los fenotipos conductuales de la población en este caso en el ganado pueden distinguirse varios componentes. En el caso de las genéticas, se distinguen tres componentes, el componente aditivo, el de dominancia y el de epistasia. De estos tres solamente heredamos el que nos transmiten nuestros progenitores, el aditivo. El de dominancia y epistasia solamente aparecen cuando hay una interacción de los alelos dentro de un mismo locus (el de dominancia) o entre los alelos de diversos loci (el de epistasia). Por eso este modelo poligénico integra todos estos componentes, tanto los genéticos como ambientales, para así poder explicar las diferencias conductuales que existen entre los sujetos de una población. (Caminero, 1996-2004).

GENÉTICA CUANTITATIVA

La genética cuantitativa es la rama de la genética que estudia los caracteres que son controlados por muchos genes, denominados poligénicos, y de sus propiedades genéticas en las poblaciones. Al igual que su interacción con el ambiente o la influencia del ambiente hacia estos genes. (Robledo, 2008).

La genética cuantitativa nos ayuda

Fisher, Wright y Haldane demostraron como es que la evolución en la naturaleza se explica solamente por un proceso de: Selección, mutación, migración, deriva génica y los sistemas de apareamiento sin que esta fuera afectada por otras razones.

En la década de los años 70, se convierte en una de las herramientas básicas de la mejora, ofreciendo técnicas de predicción de valores genéticos de los reproductores, a partir de los valores fenotípicos.

La predicción del mérito genético de los animales candidatos a la selección, puede ser resuelta con un modelo animal multicaracter con efectos genéticos directos y maternos y con efectos permanentes, a partir de grandes bases de datos productivos y genealógicos. (San Primitivo, 2001).

GENÉTICA MOLECULAR

La genética molecular de mediados de siglo se enfrasco en un objetivo principal, el cual consistía en conocer cómo era la naturaleza del gen y cómo funcionaba. Para poder estudiar estos genes se empezaron a utilizar organismos más simples que los animales domésticos dentro de los primeros organismos que se utilizaron fueron *Drosophila spp*, y posteriormente *E. coli.* (San primitivo, 2001).

Con el advenimiento de la genética molecular se inicio el desarrollo de los marcadores moleculares que actualmente está ayudando a eliminar los inconvenientes de una selección basada en el análisis exclusivo del fenotipo, sobre todo en las características que son costosas y difíciles de medir.

MARCADORES MOLECULARES

Los marcadores moleculares nos permiten evidenciar las variaciones (polimorfismos) en la secuencia del ADN entre dos individuos, modifiquen estas o no su fenotipo. Esto se debe a que los marcadores moleculares señalan tanto regiones codificantes como no-codificantes del genoma. (Puentes, 2006).

El uso de los marcadores moleculares nos ha permitido el mejoramiento a nivel genético aplicado al ganado para mejorar las razas que tienen un fin productivo determinado.

Entre los objetivos que se le han dado al uso de los marcadores moleculares es:

Manejo y conservación de las poblaciones.

Control de paternidad en especies domésticas.

Para detectar consanguineidad de las poblaciones.

Para perfil filogenético.

Para asignar a un individuo a una población.

Marcadores del tipo I

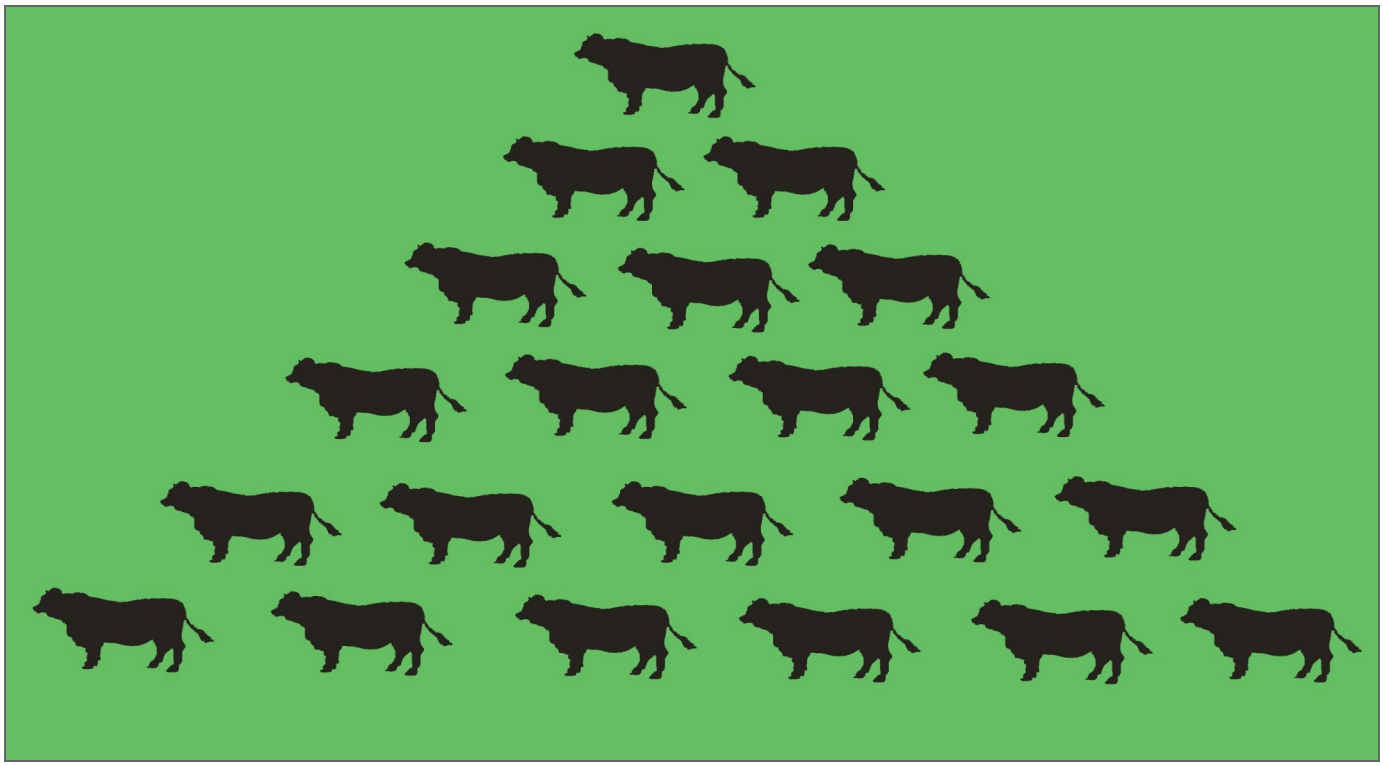
Son conocidos como marcadores moleculares directos, éstos marcadores corresponden a genes que codifican para proteínas y tienen aplicación en la implementación de pruebas de asociación con rasgos productivos específicos. Para utilizar este tipo de marcadores moleculares es necesario saber si el gen en cuestión tiene una función fisiológica que pueda causar variación fenotípica cuando existen polimorfismos en su secuencia. (O'Brien *et al*., 1999).

Marcadores del tipo II

Actualmente, muchos de los estudios de diversidad genética de razas, mapeo de genes y búsqueda de genes de interés productivo se realizan mediante el uso de los marcadores moleculares tipo II o microsatélites. (O'Brien *et al*., 1999).

Estos STRs, son repeticiones cortas en tándem, constituidas por repeticiones de 1 a 6 pares de bases y que se distribuyen por lo general en regiones intergénicas.

Una ventaja radica en que se consideran como la más poderosa herramienta para los estudios de genética de poblaciones, ya que estos son muy polimórficos presentan herencia mendeliana simple, son codominantes (pudiéndose diferenciar los individuos homocigotos de los heterocigotos), son fáciles de medir y analizar, y son 100% fiables, repetitivos y automatizables. (Aranguren y Jordana, 2001).



Marcadores del tipo III

Estos marcadores moleculares, son polimorfismos de un sólo nucleótido (SNPs) y comúnmente bi-alélicos, se encuentran en los exones e introns de genes e incluso en las regiones intergénicas. (O'Brien *et al*., 1999).

Este tipo de marcadores moleculares han tenido un gran auge en los últimos años, principalmente al revelar el proyecto del genoma humano, que pueden ser utilizados como marcadores para identificar genes que predisponen a enfermedades multifactoriales.

Los Polimorfismos de un Solo Nucleótido o "SNPs" son los más usados para el diagnóstico de rasgos a nivel productivos y de enfermedades genéticas.

Actualmente se sabe que debido a que los rasgos de calidad como la suavidad, crecimiento, reproducción, etc. son muy complejos, difícilmente son explicados por la variación en uno o varios genes y por lo tanto el uso de pocos marcadores no cubre el concepto de SAM.

Las investigaciones en el campo han continuado y actualmente se han desarrollado "chips" de ADN que permiten hacer pruebas de ADN no con uno o varios marcadores sino con miles de ellos, de tal forma que al hacer uso de esta tecnología se obtiene información de 50,000 o 777,000 marcadores lo que ha permitido acuñar nuevos conceptos como Selección Genómica (SAM-genómica) y valor de cría genómico (GEPDs o GEBVs). (Sifuentes, Parra, 2011).

CONCLUSIONES

A lo largo del tiempo se han hecho numerosos avances y aplicaciones por los genetistas en el área animal para desarrollar nuevas técnicas de mejoramiento genético.

Sea cual sea la evolución que siga el mejoramiento genético en los siguientes años, el objetivo de los criadores de animales será la búsqueda de las herramientas que permitan obtener los mejores animales con genes que puedan ser fijados a su descendencia y que expresen la característica productiva deseada.

BIBLIOGRAFÍA

San Primitivo Tirados F. La mejora genética animal en la segunda mitad del siglo XX. Departamento de producción animal, facultad de veterinaria. Universidad de león. Avda. Prof. Pedro cármenes, 24071 león, España. Arch. de zootec 50:517-546. (2001).

A.A. Caminero Gómez. Fundamentos biológicos de la conducta (1996-2004). Genética cuantitativa.

Buchanan, D. S., S. L. Dolezal. 1999. Breeds of Cattle. *In*: The Genetics of Cattle. CAB International. OK 74078, USA. p. 167. (1999).

O'Brien, S. J., Menotti, R. M., Murphy, W. J., Nash, W. G., Wienberg, J., Stanyon, R., Copeland, N. G., Jenkins, N. A., Womack, J. E. and Marshall, G. J. A. (1999). The Promise of Comparative Genomics in Mammals. Sci. 286:458-481.

Herlinda E. Puentes Montiel. Biodiversidad genética de la raza charoláis en diferentes regiones agroecológicas de México. Tesis de maestría Cd. Reynosa, Tamps. (Marzo 2006).

López M. C. Sifuentes R. A. Diversidad alelica de un panel de microsatelites de bovinos en 2 especies de rumiantes. Centro de biotecnología genómica instituto politécnico nacional, Reynosa, tamps.

Louis Olliver. Scientific challenges to animal breeding and genetics, (also published on-line in AgBiotechNet at URL http://agbio.cabweb.org).

E. Casas. Aplicación de la genómica para identificar genes que influyen sobre características económicamente importantes en animales. *Alpa, AMPA, A*rch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. **14**(1):24-31. (2006).

Biotech breeding goes bovine. *Nature biotechnology*. Vol. **28** num. (6). (June 2010).

J. L. Williams. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. *Rev. sic tech, off int. Epic*. **24** (1), 379-391.(2005)

Gabriel Robledo. Genética- técnicos para bioterio-UBA., (agosto 11,2008).

LA PROLACTINA, UNA MOLÉCULA TRANSDISCIPLINARIA

Gilberto Sandoval Fregoso

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

gilsafr@rocketmail.com

Resumen

El conocimiento en la biología se ha organizado históricamente en disciplinas. En los últimos decenios, la cantidad de disciplinas reconocidas en esta ciencia ha aumentado considerablemente. Encontramos también el reconocimiento de campos de conocimiento interdisciplinarios tales como la neuroinmunología. El caso de la prolactina ilustra la complejidad a la que se enfrenta el conocimiento científico contemporáneo. Esta hormona se describió originalmente como una sustancia que estimula el desarrollo de las glándulas mamarias y la lactancia en conejos. Actualmente se han identificado más de 300 funciones diferentes para la prolactina, incluyendo funciones en peces. El origen de esta hormona se estima que ocurrió 200 millones de años antes de la aparición de los mamíferos y 240 millones de años antes del surgimiento de la lactancia. Se ha sugerido que a esta molécula se le cambie el nombre por el de versatilina u omnipotina.

Palabras clave: prolactina, versatilina, interdisciplina, transdisciplina

Gilberto Sandoval Fregoso

Médico Cirujano, UNAM 1979, Maestro en Ciencias (Biología), UNAM, 1982. Profesor Titular en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco desde 1983. Docencia: Módulos "Conocimiento y Sociedad" y "Procesos Celulares Fundamentales", Materias "Histología" y "Origen y evolución de la vida. Algunas publicaciones: El mito en la estructuración y transmisión del pensamiento científico, (1996). El paradigma de la inmunología como relato de emancipación en la modernidad (2001). El concepto de evolución en *El Origen de las Especies* de Charles Darwin (2008). Notas sobre la reunificación del arte y la ciencia en las postrimerías de la modernidad occidental (2009).

Introducción

La organización del conocimiento en ciencias naturales ha obedecido a una construcción disciplinaria derivada del esfuerzo de la comunidad científica para clasificar los hallazgos y catalogar la información en el seno de un **paradigma** organizado. En fisiología animal el conocimiento se organizó desde la teoría de sistemas, así, cada sistema tendría una especialización y en conjunto con los otros sistemas contribuirían a un funcionamiento adecuado y adaptativo del organismo entero (Mountcastle, 1980). Esta visión de la ciencia, describía a la naturaleza como autómata y **determinista**, por lo tanto, susceptible de ser descrita por las leyes de la naturaleza (Wallerstein, 1996).

El reconocimiento de de nuevas disciplinas en biología se ha incrementado considerablemente y la distinción de sus campos del conocimiento es cada día más complejo. En 1966 Novak (1966) propone 18 disciplinas para el **curriculo** en biología: ecología vegetal, genética, evolución, biología hormonal, comportamiento de los organismos, neurobiología, **morfogénesis** animal, morfogénesis vegetal, biología de vertebrados, biología de invertebrados, plantas superiores, microbiología, fisiología y morfología animal, fisiología y morfología vegetal, fisiología y morfología humana, **micología** y **virología**. En 2008 McDonald (2008) documenta 394 disciplinas en ciencias biológicas. Dentro de éstas encontramos disciplinas que reflejan una tendencia a la especialización tales como la **endocrinología**, la **inmunología** y la neurobiología. Existe una segunda tendencia en los campos del conocimiento caracterizada por la asociación de disciplinas, tal es el caso de la **neuroendocrinología** (Society for Behavioral Neuroendocrinology, 2005), o la **neuroinmunología** (International Society of Neuroimmunology, 2005). Estos campos de conocimiento corresponden a la intersección de disciplinas, es decir, abordajes interdisciplinarios. En algunos casos se han integrado hasta 4 campos, tal es el caso de la **psiconeuroinmunoendocrinología** (Corcos, 2002). El reconocimiento de disciplinas que reflejan la intersección de dos o más disciplinas, es parte del actual escenario de complejidad. Los hallazgos de la ciencia contemporánea nos han llevado a un inevitable contacto de las diversas disciplinas, dando como resultado la expansión de las perspectivas interdisciplinarias y **transdisciplinarias**.

Prolactina

La historia de la prolactina, una **hormona** cuyo nombre deriva del descubrimiento de su efecto estimulante en el desarrollo de las glándulas mamarias y la lactancia en conejos (Goffin, 2002), ilustra la complejidad a la que se enfrenta el conocimiento científico contemporáneo en ciencias naturales. La historia reciente de la prolactina nos muestra que la circunscripción disciplinaria propició un ordenamiento que ha resultado insuficiente, dada la imposibilidad de limitar la descripción de moléculas, células, órganos y sistemas, a una sola disciplina. En los últimos decenios, esta molécula se ha encontrado además en aves, reptiles, anfibios y peces. Se han identificado en la prolactina más de 300 funciones diferentes en diversos organismos, entre ellas la **inmunoregulación**. Algunos autores han propuesto cambiar el nombre de esta molécula por el de "omnipotina" o "versatilina" (Freeman, 2000).

La prolactina es una hormona y **citocina** con funciones **pleiotrópicas**. Además de la hipófisis, se ha descubierto su producción en diversos lugares del organismo de los mamíferos, tales como: epitelio mamario, placenta, útero, cerebro, glándulas lagrimales, **suprarrenal**, **cuerpo lúteo**, próstata, testículos, páncreas, piel y sistema inmune. Las células del sistema inmune en las que se ha identificado su producción son: **linfocitos**, **monocitos** y **células dendríticas** (Harris, 2004; Cejkova, 2009). La prolactina es una molécula paradójica, sus funciones identificadas poseen acciones separadas, es decir, no es una misma función con efectos diferenciados, sino distintos efectos por sí mismos. El **receptor** de la prolactina se ha encontrado en prácticamente todo el organismo de diferentes especies animales. La prolactina es uno reguladores más diversificado en la biología animal (Langan, 2010). El gen que codifica la prolactina es único y se ha encontrado en todos los vertebrados (Goffin, 2002).

De acuerdo con Binart (2010) las funciones de la prolactina se pueden organizar en los siguientes grupos: balance de agua y sales, crecimiento y desarrollo, endocrinología y metabolismo, cerebro y comportamiento, reproducción e inmunorregulación. La prolactina forma parte de la familia **hemopoyetina/citocina,** los miembros de esta familia de moléculas, juegan papeles cruciales en el control del crecimiento celular, diferenciación y **apoptosis** (Dogusan, 2001).

Algunas de las funciones de la prolactina son las siguientes:

- **Angiogénesis**. Participa en el desarrollo de vasos sanguíneos (Freeman, 2002).
- Comportamiento. Se ha descrito la participación de la prolactina en el comportamiento parental (incubación y alimentación de las crías) en aves (Angelier, 2009). Se ha identificado su asociación con en el comportamiento en peces (Power, 2004).
- Crecimiento. La prolactina se separó del gen de la hormona de crecimiento hace millones de años, es decir, estas hormonas tienen un origen y funciones comunes. La prolactina también participa en el crecimiento (Power, 2004).
- Desarrollo temprano y metamorfosis. El papel de la prolactina en el desarrollo temprano y metamorfosis en mamíferos y anfibios está bien establecida (Power, 2004).

- Estrés. La secreción de prolactina es dramáticamente alterada por estrés térmico, hemorrágico, por conflicto social e incluso por estrés académico en humanos (Freeman, 2000).

- **Inmunomodulación**. En la **respuesta inmune**, la prolactina juega un papel significativo en la regulación de las **respuestas celular y humoral** en condiciones fisiológicas. Se ha demostrado que son necesarios niveles bajos de prolactina circulante para mantener la **inmunocompetencia** normal (Cejkova, 2009). La prolactina modula la expresión de genes cruciales para la función de los **leucocitos** (Dogusan, 2001).

- Lactancia, actividad **luteotrópica** o **luteolítica**. Estas funciones dependen de las condiciones, del comportamiento reproductivo, de la receptividad en hembras y del comportamiento parental (Freeman, 2000).

- Metabolismo óseo. Interviene en la regulación de la actividad de los **osteoblastos** (Goffin, 2002) y reduce la actividad de los **osteoclastos** (Takahashi, 2008). Se ha sugerido que participa en la formación de huesos y en el mantenimiento de la masa ósea (Goffin, 2002). La prolactina ejerce un efecto en el metabolismo óseo (Takahashi, 2008).

- Metabolismo. Se ha identificado la participación de la prolactina en el metabolismo de carbohidratos a través de efectos en la producción pancreática de insulina y en la sensibilidad a la insulina periférica (Goffin, 2002).

- **Osmoregulación**. Se ha asociado esta molécula con el transporte de agua y solutos a través de membranas en mamíferos. En vertebrados no mamíferos también juega un papel como osmoregulador (Freeman, 2000). Se han reportado efectos osmoreguladores en tortugas (Brewer. 1980). En peces se ha señalado que su acción principal es la osmoregulación (Power, 2004).

- Regulación del calcio. Se ha demostrado que la prolactina estimula la absorción intestinal de calcio, aumenta el recambio óseo y reduce la excreción renal de calcio (Charoenphandhu, 2007). En teleósteos (peces óseos) se ha encontrado que la prolactina está involucrada en la regulación del calcio (Takahashi, 2008).

- Reproducción. Se han descrito funciones asociadas a la reproducción dado que se ha identificado su producción en cuerpo lúteo, próstata y testículos en mamíferos. Se han descrito funciones de la prolactina en la reproducción de peces (Power, 2004).

- Sistema tegumentario. Se ha encontrado que la prolactina es producida en la piel y los folículos pilosos. Esta molécula modula el crecimiento del pelo (Langan, 2010).

- Sueño. Se ha asociado con cambio en patrones de sueño. La hiperprolactinemia se ha asociado con aumento y frecuencia de **sueño MOR**.

-

La prolactina no solamente interviene en condiciones fisiológicas, también está involucrada en la **fisiopatología** de numerosas enfermedades**,** se ha asociado con enfermedades tales como **acantosis nigricans**, **acné vulgaris**, **psoriasis**, cáncer de próstata y de mama, **mieloma múltiple**, **preeclampsia** (Langan, 2010)**, autoinmunidad** (McMurray, 1991), **artritis reumatoide** y **lupus eritematoso** (Langan, 2010).

Discusión.

La prolactina es un caso entre muchas moléculas en las que se han detectado actividades que no pueden ser descritas por una sola disciplina. Asistimos al derrumbe de las barreras disciplinarias y a la desaparición delimitaciones estrictas que nos daban cuenta de una naturaleza organizada y jerarquizada. En el pasado, se intentó catalogar los descubrimientos en biología de acuerdo con nuestras suposiciones, la realidad nos ha arrojado de este mundo especializado, de esta distinción disciplinaria y nos exige ahora una reconstrucción interdisciplinaria y/o transdisciplinaria.

El nombre "prolactina" corresponde al registro histórico de la representación de una molécula considerada anteriormente como hormona exclusivamente. Actualmente se le describe como hormona y citocina o como molécula pleiotrópicas. El nombre de esta molécula, es una ubicación histórica del contexto de descubrimiento. Con el desarrollo de la ciencia se descubrió que esta hormona, descrita originalmente en mamíferos, ha existido desde mucho antes de que se originara este tipo de organismos. El gen de la prolactina se originó hace 400 millones de años (Frenan, 2000), los mamíferos aparecieron hace 200 millones de años aproximadamente, por otro lado, se estima que la lactancia estuvo presente hace 160 millones de años (Lemuy, 2009). Durante 240 millones de años la prolactina no estuvo asociada a la producción de leche y al desarrollo de las glándulas mamarias. La palabra prolactina no es más que una etiqueta incidental que describe una de las más de 300 funciones descritas actualmente.

Los conceptos de hormona, **neurotransmisor**, **inmunomodulador** o citocina, no son descriptores de las características de las moléculas de los seres vivos únicamente, son también palabras portadoras de la carga histórica y cultural de los científicos que organizaron el conocimiento. Estos conceptos sin duda, son importantes para el entender proceso de elaboración de la realidad, en otras palabras, nos indican el momento histórico, la cultura, la perspectiva de los investigadores y alguna de las múltiples funciones identificadas en la molécula que se estudia. Estos conceptos revelan el contexto de descubrimiento o invención de la realidad (Kuhn, 1971), empero, no han resultado suficientes para interpretar la complejidad de la realidad biológica, nos han sumergido en ella. Wallerstein (1996) ha señalado que "la división tripartita entre ciencias naturales, ciencias sociales y humanidades ya no es tan evidente como otrora parecía" (Wallerstein, 1996: 75). Las ciencias naturales actualmente, se han acercado hacia una interpretación de la realidad biológica como inestable e impredecible y se aproximan a lo que ha sido señalado como ciencia social blanda (Wallerstein, 1996).

Se han construido campos de conocimiento que orientados a resolver esta concepción fragmentada de la realidad biológica tales como las perspectivas interdisciplinarias del conocimiento señalados antes, actualmente, nos enfrentamos a un proceso de reunificación los fragmentos disociados. La interdisciplina es el esfuerzo de la comunidad científica por reconocer las insuficiencias del pasado, por enmendar las fragmentaciones en la representación de la realidad y reconocer la construcción histórica y **reduccionista** de la ciencia natural. Las barreras disciplinarias obedecieron a elaboraciones conceptuales que pretendieron clasificar los componentes de la realidad, bajo la suposición de que naturaleza que estaría organizada de un modo sencillo y unidireccional. Esta concepción respondió a la influencia cartesiana y newtoniana en la construcción del conocimiento científico (Wallerstein, 1996). Cada molécula, tejido, órgano y sistema tendrían una función, o una función principal y diversas funciones secundarias asociadas. La prolactina ha resultado ser una molécula tan importante en la endocrinología como en la inmunología o las neurociencias, tanto en mamíferos como en peces o aves, se le puede describir como una molécula que "atraviesa" de modo transdisciplinario los campos del conocimiento.

Bibliografía.

Angelier, F. ; Chastel, O. "Stress, prolactin and parental investment in birds: A review", *General and Comparative Endocrinology,* 163(1-2), 142-148 (2009).

Binart, N.; Bachelot, A. ; Bouilly, J. "Impact of prolactin receptor isoforms on reproduction", *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 21(6), 362-368 (2010).

Brewer, K.J.; Ensor, D. M. "Hormonal control of osmoregulation in the Chelonia I. The effects of prolactin and interrenal steroids in freshwater Chelonians", *General and Comparative Endocrinology*, 42(3),304-309 (1980).

Cejkova, P.; Fojtikova, M. ; Cerna, M. "Immunomodulatory role of prolactin in diabetes development", *Autoimmunity Reviews,* 9, 23–27 (2009)

Charoenphandhu, N. ; Krishnamra, N. "Prolactin is an important regulator of intestinal calcium transport", *Canadian Journal of Physiology* and *Pharmacology,* 85(6): 569–581 (2007).

Corcos, M.; Guilbaud, O.; L. Hjalmarsson, L.; Chambry, J.; Jeammet, Ph.; "Cytokines and depression: an analogic approach", *Biomedicine & Pharmacotherapy* 56, 105-10 (2002)

Dogusan Z.; Hooghe R.; Verdood P.; Hooghe-Peters, E.L. "Cytokine-like effects of prolactin in human mononuclear and polymorphonuclear leukocytes", *Journal of Neuroimmunology* 120, 58–66, (2001).

Freeman, M. E. ; Kanyicska, B.; Lerant, A.; Nagy, G. "Prolactin: Structure, Function, and Regulation of Secretion", *Physiological Reviews*, 80(4), 1523-1631 (2000).

Harris J.; Stanford P.M.; Oakes S.R.; Ormandy C.J. "Prolactin and the prolactin receptor: new targets of an old hormone", *Annals of Medicine* 36 (6), 414-25 (2004).

International Society of Neuroimmunology, (2005). Recuperado de (http://isniweb.org/), noviembre 2010.

Kuhn, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. , *Fondo de Cultura* Económica, México (1971).

Langan, E.; Foitzik-Lau, K.; Goffin, V.; Ramot, V.; Paus, R. "Prolactin: an emerging force along the cutaneous–endocrine axis", *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 21, 569–577 (2010) .

McDonald, B. "An Annotated List of Disciplines and Subdisciplines in the Biological Sciences", *Bioscience Education*, 12 (2008). Recuperado de (www.bioscience.heacademy.ac.uk/journal/vol12/beej-12-c7.pdf), septiembre 2010.

McMurray, R.; Keisler, D.; Kanuckel, K.; Izui, S.; Walker, S.E. "Prolactin influences autoimmune disease activity in the female B/W mouse", *The Journal of Immunology*, 147(11), 3780-3787 (1991).

Mountcastle, V. *Medical physiology*, Mosby Company, Estados Unidos de América/Canadá/Inglaterra (1980).

Novak, A. "The Model Biology Curriculum", *BioScience*, 16(8), 519-523 (1966).

Power, D.M. "Developmental ontogeny of prolactin and its receptor in fish", *General and Comparative Endocrinology*, 142 (1-2), 25-33 **(2004).**

Society for Behavioral Neuroendocrinology, (2005). Recuparado de (http://www.sbne.org/), noviembre 2010.

Takahashi, H.; Suzuki, N.; Takagi, C.; Ikegame, M.; Yamamoto, T.; Takahashi, A.; Moriyama, S.; Hattori, A.; Sakamoto, T. "Prolactin inhibits osteoclastic activity in the goldfish scale: a novel direct action of prolactin in teleosts", *Zoological Science*, 25(7), 739-745 (2008).

Wallerstein, I. *Abrir las ciencias sociales*, Siglo XXI Editores, México (1966).

Glosario.

Acantosis nigricans. Enfermedad caracterizada por aumento de la pigmentación de la piel asociada con obesidad y resistencia a la insulina.

Acné vulgaris. Acné.

Angiogénesis. Desarrollo de los vasos sanguíneos.

Apoptosis. Muerte celular programada.

Artritis reumatoide. Enfermedad de las articulaciones de naturaleza autoinmunitaria.

Autoinmunidad. Condición patológica en la que el organismo produce una respuesta inmune dirigida a los propios componentes del organismo.

Células dendríticas. Células encargadas de procesar los antígenos (sustancias ajenas al organismo, o sustancias propias en circunstancias peculiares) y presentarlos a ciertas células inmunocompetentes (linfocitos).

Citocina. Molécula asociada con la comunicación intercelular.

Cuerpo lúteo. Tejido amarillento que llena la cavidad de los folículos ováricos después de la liberación del óvulo maduro. Produce progesterona y persiste cuando el óvulo ha sido fecundado.

Currículo. Plan de estudios. Conjunto de estudios y prácticas destinadas a que el alumno desarrolle su formación académica y profesional.

Determinista. Teoría que supone que la evolución de los fenómenos naturales está completamente determinada por las condiciones iniciales.

Endocrinología. Disciplina que estudia las hormonas.

Fisiopatología. Estudio de los mecanismos asociados al desarrollo de las enfermedades.

Hemopoyetina. Sustancia que interviene en la producción de células de la sangre.

Hipófisis. Glándula que produce diversas hormonas tales como la hormona del crecimiento y la prolactina, también conocida como pituitaria o glándula maestra.

Hormona. Sustancia producida por una célula o glándula en una parte del organismo que envía mensajes que afectan a células en otras partes del organismo.

Inmunocompetencia. Capacidad del sistema inmune para responder ante un antígeno o un inmunomodulador.

Inmunología. Disciplina que estudia la reacción del organismo ante agentes no propios, tales como virus o bacterias o componentes alterados del organismo, tales como células cancerosas.

Inmunomodulación. Regulación de la actividad del sistema inmune.

Inmunomodulador. Sustancia que regula la función del sistema inmune.

Inmunorregulación. Término referido a la regulación de la actividad del sistema inmune.

Leucocitos. Células de la sangre que participan en la defensa del organismo ante virus o bacterias. También intervienen en la eliminación de células propias muertas o alteradas. Se les conoce también como glóbulos blancos.

Linfocitos. Células del sistema inmune que son tanto precursoras de las células plasmáticas (productoras de anticuerpos) como células que destruyen células infectadas o participan en la regulación de la actividad de este sistema.

Lupus eritematoso. Enfermedad autoinmune en la que se han identificado anticuerpos contra los núcleos de las células, puede afectar a distintos órganos.

Luteolítica. Sustancia que se asocia con la atrofia del cuerpo lúteo.

Luteotrópica. Sustancia que favorece el crecimiento y desarrollo del cuerpo lúteo.

Micología. Rama de la biología que estudia los hongos.

Mieloma múltiple. Enfermedad en la que se produce una gran cantidad de anticuerpos por las células plasmáticas.

Monocitos. Células de la sangre que son precursoras de los macrófagos, éstos últimos participan en la defensa del organismo ante la presencia de sustancias ajenas o tejido propio dañado o alterado.

Morfogénesis. Estudio del crecimiento, desarrollo y estructura de los seres vivos.

Neuroendocrinología. Campo de conocimiento que estudia la intersección entre las neurociencias y la endocrinología.

Neuroinmunología. Campo de conocimiento que estudia la intersección entre las neurociencias y la inmunología

Neurotransmisor. Molécula asociada con las señales entre las neuronas.

Osmoregulación. Acción de regular las sales y el agua en el organismo.

Osteoblastos. Células que participan en la producción de hueso.

Osteoclastos. Células que participan en la destrucción del hueso.

Paradigma. Modelo o patrón en cualquier disciplina científica (Kuhn, 1971).

Pleiotrópicas. Termino referido a la multiplicidad de efectos de alguna sustancia o a las múltiples formas de la estructura de una célula. Una célula pleiotrópica es una célula que puede adoptar diferentes formas.

Preeclampsia. Complicación medica del embarazo también llamada toxemia del embarazo o hipertensión inducida del embarazo y asociada a elevados niveles de proteína en la orina

Psiconeuroinmunoendocrinología. Campo del conocimiento que estudia la intersección entre la psicología, neurociencias, inmunología y endocrinología.

Psoriasis. Enfermedad autoinmune crónica de la piel.

Receptor. Molécula o grupo de moléculas presente la membrana o en el núcleo de las células que sirve de receptáculo específico para diversas moléculas que ejercen efectos biológicos, tales como hormonas, citocinas o virus.

Reduccionista. Enfoque filosófico según el cual la reducción es necesaria y suficiente para resolver diversos problemas de conocimiento.

Respuesta celular. Componente de la respuesta inmune en el que participan linfocitos conocidos como T. Las células T pueden destruir a células infectadas o malignas.

Respuesta humoral. Componente de la respuesta inmune en el que participan linfocitos conocidos como B y células plasmáticas. Se caracteriza por la producción de anticuerpos.

Respuesta inmune. Respuesta del sistema inmune ante distintos agentes tales como los antígenos o moléculas propias alteradas. Actualmente se han descrito funciones del sistema inmune en condiciones normales, es decir, participa en el mantenimiento de las condiciones fisiológicas del organismo.

Sueño MOR. Fase del sueño caracterizado por el movimiento ocular y ensoñaciones.

Suprarrenal. Cada uno de los dos órganos (glándulas) situados en contacto con el riñón, compuesto de dos partes diferenciadas, la corteza, que segrega corticoides, y la médula, que produce adrenalina. También conocida como glándula adrenal.

Transdisciplinario. Principio de unidad del conocimiento más allá de las disciplinas. Construcción integradora del conocimiento.

Virología. Rama de la biología que estudia los virus.

RECUPERANDO EL VALOR DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA MEXICANA

Dr. Carlos Humberto Sierra Becerra

Profesor de Educación Primaria, Nivel Superior y Posgrado. Asesor Técnico Pedagógico en el Instituto de la Educación Básica del Estado de Morelos.

Actualmente se desempeña como Académico investigador realizando estancia postdoctoral en

el Departamento de Diseño Curricular en Ciencias de la Facultad de Educación, Universidad de Hiroshima, Japón.

Siendo la educación un proceso humano, y como tal responsable del desarrollo del hombre, es necesario ubicarla en una filosofía que le señale con claridad sus limitantes, los principios y fines que le permitan buscar nuevas formas de relación y organización del trabajo docente.

La escuela, al participar en la educación del hombre, necesita un concepto claro de sus realidades y posibilidades, una verdadera formación integral, que a través de la educación conforme el mundo presente y futuro, con hombres que sean antes que nada personas, y tengan todas las capacidades para realizarse de esa forma integral junto con su entorno. Los habitantes de este país, como mexicanos, hemos sabido lo que es nuestra riqueza étnica, tradicional y familiar; pero sobre todo, la nacional. A esta última la conforman grandes conmemoraciones en las que todos somos participantes activos y aunque desafortunadamente no hayamos todavía considerado que los recursos naturales y la educación ambiental, no sólo de nuestro país, sino del planeta en general son los que nos permiten aprovechar para hacer día a día nuestro trabajo de cualquier índole, ya que de ellos comemos, nos vestimos y sobre todo, vivimos.

Al respecto, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) propuso, en 1970, la siguiente definición de Educación Ambiental:

> "Es el proceso de reconocer valores y aclarar conceptos para crear habilidades y actitudes necesarias, tendientes a comprender y apreciar la relación mutua entre el hombre, su cultura y el medio biofísico circundante. La E.A. también incluye la práctica de tomar decisiones y formular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental."(1)

Por lo tanto, la educación ambiental es un proceso continuo en el cual los individuos y la colectividad toman conciencia de su medio y adquieren los valores, las competencias y la voluntad para hacerlos capaces de actuar en la resolución de los problemas actuales y futuros del medio ambiente.

De igual manera, es considerado de gran importancia dentro del magisterio poder darle un realce al cuidado de esos recursos que tanto nos aportan, sin embargo, lamentablemente todavía no se crea conciencia en niños y jóvenes de ser actores protagonistas de su conservación y mantenimiento. Pero lo mas lamentable de este proceso es que el mismo docente no está convencido de la importancia de infundir todos los valores necesarios en sus discentes, y junto con ellos, abatir los problemas relacionados con la educación ambiental. Todavía hace falta que los profesores de educación básica nos capacitemos un poco más, para que nuestros exordios resulten elocuentes y fehacientes en pro de que alumnos, padres de familia y sociedad en general aprovechemos nuestra naturaleza por nuestro propio bien.

Como he señalado, crear conciencia en el "uso correcto" de los recursos del planeta es parte de nuestra labor como profesionales de la educación, para con ello contribuir a frenar el deterioro del mismo; lo cual constituye parte de los objetivos finales del proceso educativo en la temática ambiental. Es por ello que se debe estimular el desarrollo de una capacidad crítica y creativa de los alumnos, de tal forma que adquieran una "dimensión ambiental", en donde el entorno deje de ser un simple recurso educativo para convertirse en un eje alrededor del cual los aprendizajes adquieran sentido, y qué mejor que la escuela sea el centro de donde parta ese nuevo conocimiento.

Diversos teóricos de la educación señalan que en el aula se pueden proponer actividades que promuevan el aprendizaje en los alumnos, en las que es recomendable utilizar una metodología que incorpore aspectos lúdicos, siempre con un adecuado conocimiento teórico sobre el medio ambiente, que sirva de sustento y desarrollo. También existe la necesidad de retomar los conocimientos previos del niño, puesto que de ellos, el facilitador irá construyendo en los alumnos aprendizajes reales, concretos y/o significativos.

Con lo anteriormente expuesto, puedo señalar que es de vital importancia conocer la capacidad que tiene el maestro para poder llevar a cabo muchas transformaciones en sus aulas, ya que como Jorge Padua puntualiza:

> *"Una forma de valorar el sistema educativo en relación con las transformaciones sociales adopta la doble perspectiva de su eficiencia interna y externa; la interna se refiere a operaciones y procesos dentro del sistema; la externa a metas y objetivos para que lo que son diseñadas las diferentes instancias de organización escolar."(2)*

Es por ello, que me he permitido retomar tanto de manera interna y externa este doble cambio de conciencia, en el que los alumnos recuperen en sentido práctico lo que es su medio ambiente, el entorno que los rodea y la naturaleza que los alimenta y protege. Asimismo, que los maestros nos demos un espacio para vincular todas las actividades que competen nuestra práctica cotidiana. A partir de esos constructos, se procura observar, analizar y comprender las causas por las que el ser humano muchas ocasiones no mantiene en forma dichos espacios que le son de gran importancia para su vida.

Me ha llamado la atención desde mi formación universitaria, el hecho de que los aprendizajes significativos sean un aspecto fundamental que rijan el trabajo dentro de la educación actual, es decir, procurar que los alumnos tengan diferentes tipos de elementos de donde retomen para construir nuevos conocimientos y sobre todo, que puedan darle una utilidad permanente.

Mi interés de retomar a la educación ambiental como parte fundamental en el individuo, surge de la capacidad que éste tiene para manifestarse y realizar diversas obras de la naturaleza a lo largo de su existencia. También es necesario partir de la idea de que el facilitador va a influir en el carácter que se forme en el ser humano para que con ello se pueda seguir desarrollando dicha cualidad de preservación de su ambiente. Considero que de acuerdo con esta concepción, los contenidos básicos son un medio fundamental para que los alumnos logren los objetivos de la formación integral, como definen a ésta el Artículo Tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y su Ley Reglamentaria.

El Plan y Programas de Estudio por grado escolar, sugieren actividades específicas de expresión y apreciación del entorno y las ubican de acuerdo al nivel de desarrollo que los niños deben haber alcanzado al final del curso. Otras actividades no pueden ser programadas dentro de un grado, sino que corresponde al maestro darles una forma específica y desarrollarlas reiteradamente a lo largo de la Educación Primaria.

He observado, con gran agrado durante mi servicio docente, que los maestros influimos en gran medida en la conciencia ecológica que tienen nuestros alumnos. Desafortunadamente, poco le damos atención a las Ciencias Naturales, ya que con la carga de asignaturas que hay dentro de la Educación Primaria, se pone más énfasis en Español y Matemáticas que a esta asignatura de carácter necesario en la formación "*integral*" del niño. Con tan solo tres horas por semana, es poco viable para que se fomente o desarrolle en el alumno la idea de un cuidado ambiental. Aunado a lo anterior, existe poco apoyo por parte de las autoridades educativas por proporcionar los materiales necesarios y que con ello el alumno pueda crear algún trabajo, en el que ponga de manifiesto todo su interés dentro del área ambiental y que junto con sus compañeros pueda ser partícipe de la creación de materiales que orienten su propia formación y sobre todo, su transformación como individuo.

Como lo he venido reiterando, la poca motivación en los mismos docentes es otra de las grandes desventajas, ya que bien podríamos formar organizaciones o grupos sociales en nuestras comunidades, que seamos interlocutores válidos y legítimos de un proyecto de desarrollo social participativo, pero involucrados todos: maestros, padres de familia, autoridades y alumnos. Al interior de estos grupos manejar información validada por todo el colegiado, discutir, presentar ideas y propuestas ambientales, así como también responder las consultas que se les hagan desde los niveles superiores de decisión.

En diferentes medios se menciona que la Educación Primaria en México, pretende alcanzar un enfoque actual basado en la formación y no en la información, que persigue darle un sentido ético del valor de la educación ambiental, en que se ponga de manifiesto que se está trabajando con lo que dicen los libros de texto, ya que son éstos junto con los maestros los que "*tienen la razón*" y "*toda la verdad*", dejando a un lado lo que los alumnos conocen o puedan opinar al respecto, desafortunadamente. También se menciona que la educación ambiental es un término conocido en las escuelas, pero que todavía dista mucho para que realmente se cumpla la verdadera función de difundir una cultura ecológica en los habitantes de este país.

En nuestros días, las diversas posiciones que hay en la Educación Primaria mexicana, de carácter tanto pública como privada, sirve como base para señalar que existe un rezago de información y que hay muchas carencias en cuestión de formación, pero que también existe en los libros de texto, que solamente proporcionan datos, pero no procuran tener las actividades adecuadas en materia ambiental. De igual forma, las autoridades educativas poco están interesadas en formar a un alumno que se sienta comprometido con su ambiente y que sea una persona con un alto sentido de participación con la sociedad, dentro de estas tareas ambientales.

Se reconoce que a pesar de la gran carencia de materiales educativos al interior de las instituciones educativas, existe –a pesar de todo- personal docente comprometido que procura hacer frente a esas deficiencias e intenta rescatar información que le "pueda servir" a los alumnos, quienes escuchan pacientemente y como simples "espectadores", porque muchas de las ocasiones no logran consolidar aprendizajes con sentido, que partan de sus propios intereses, ya que aunque tengan la convicción de seguir las recomendaciones de sus profesores, existirá como una barrera el escepticismo familiar y el poco apoyo gubernamental por sacar adelante las propuestas que las escuelas puedan aportar.

Por lo anterior, es necesario que como pobladores de este mundo, nos cuestionemos nuestra participación en mantener un equilibrio ambiental, en hacer que los demás nos apoyen en no dañarlo y sobre todo, un aspecto muy importante, en procurar indagar más sobre el tema.

La educación ambiental es y seguirá siendo un tópico de gran trascendencia a tratarse dentro de nuestras aulas. Si recuperamos ese verdadero valor, permitirá involucrarnos de lleno en los problemas ambientales locales y cotidianos, con los cuales se procurará tener conciencia de conservación de nuestro entorno y que de mucho ayudará a seguir teniendo un parte aguas en distintas asignaturas de la Educación Primaria y sobre todo, en la educación para la vida.

Desde Japón, donde me encuentro realizando una estancia de investigación al respecto de este tópico, me he percatado que es tiempo de replantearse el trabajo que se lleva a cabo en las aulas de la escuela que sea, y con ello, hacer de nuestro presente uno que edifique, construya, organice, modere y sobre todo, cambie la mentalidad de los docentes para que nos involucremos en la tarea de enseñanza y nos ocupemos verdaderamente del aprendizaje constructivo de nuestros alumnos.

Referencias bibliográficas

OTERO, Alberto R., ***Medio Ambiente y Educación,*** Ediciones Novedades Educativas, Buenos Aires, 1998, p. 35

Jorge N. Padua. ***La educación en las transformaciones sociales***, en: "Un siglo de educación en México", Fondo de Cultura Económica". México, 1999, p. 12

Fuentes consultadas

- GARCÍA, Garrido José Luis***, La enseñanza primaria en el umbral del siglo XXI*** , Santillana/Unesco, Madrid, 1988, 322 Pp.
- GIMENO, Sacristán José, ***Comprender y transformar la enseñanza,*** Morata, S.L. Madrid, 1996, 488 Pp.
- GOETZ, P. J., Le Compte M.D., ***Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa***, Morata, S.L, Madrid, 1988, 280 Pp.
- MALTHUS, Thomas, ***Un ensayo sobre el principio de la población***, Planeta, México, 1997, 134 Pp.
- ROGERS, Carl., ***Libertad y creatividad en la educación.***, Paidós, Buenos Aires, 1991, 128 Pp.
- SECRETARÍA de Educación Pública, ***Plan y Programas de Estudio***,. México, CONALITEG, 1993, 114 Pp.
- SECRETARÍA de Educación Pública, ***Libro de texto de Ciencias Naturales del alumno de cuarto grado de Educación Primaria***,. México, CONALITEG, 1993, 198 Pp.

Fuentes electrónicas

- http://www.ilce.edu.mx./educación-ambiental
- http://www.ecopibes.com/educadores/que.htm

ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD PARA UNA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN APLICADA EN PAVIMENTOS DE CARRETERAS

Noé Villegas[1], Betty de los Ríos[2] y Antonio Aguado[2]

1 Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gomez Palacios, Durango, México.

2 Department of Construction Engineering, Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, España

villegas.fica.ujed@gmail.com, bettydelosrios@gmail.com, antonio.aguado@upc.edu

Resumen: La evolución de esta infraestructura de transporte ha pasado de los caminos de tierra polvorientos a las autopistas con buenas condiciones funcionales y estructurales. Precisamente, la transformación obedece a las circunstancias de cada época. En los últimos años la industria de la construcción ha experimentado cambios sustanciales a consecuencia de las nuevas tecnologías y materiales.

Hoy en día los plazos de obra son más exigentes y deben compatibilizarse con una optimización económica del proyecto, minimizando, además, el impacto ambiental del entorno y tener presente las circunstancias sociales. La construcción de carreteras con tecnología prefabricada de hormigón podría ser una alternativa a considerar ya que a pesar del relativo mayor coste inicial que suponen, resulta más económica a través del tiempo, considerando el mantenimiento a lo largo de la vida de la estructura.

El objetivo de este artículo, es exponer la comparativa entre un nuevo sistema de construcción para pavimentos en base a elementos prefabricados de hormigón y la solución flexible tradicional en España. Dicha comparativa está enmarcada bajo el carácter sostenible entre ambas soluciones constructivas. En dicho estudio se reflejan las condicionantes en cada alternativa, sus ventajas e inconvenientes.

Palabras clave: sostenibilidad, estructura de concreto, carretera

Abstract. The infraestructure transport evolution has been past through land ways to higways with major functional and structural functions. Actually, the changed has been respondend in order to the condition of each time. In the last years, the construction industry has been experimented considerable changes to consequence of the new technologies and materials.

Nowdays, the deadline of construction are demanding and has been compatible with an economical optimization of the project, reducing, the environmental impact and considering the social conditions. The construction of higways with prefabricated technology of concrete could be an important solution to consider, however the initial cost at the began the project, but the cost reduce through the time because the maintenance in the cycle life of the structure.

The main objective of this article is show the comparation between a new system of construction to pavements with base of prefabricated elements of concrete and the traditional solution to highways in Spain. The comparative is configurated under the caracter sustainable between both solutions. In this study has been showed thedeterminants en each alternative or solution, their advantages and disadvantages.

Keywords: sustainable, concrete structure, highway

I. Introducción

Las crecientes demandas de la sociedad y del sector de las carreteras hacen que se estén desarrollando mejoras continuas en las mismas. La incorporación de avanzadas tecnologías, los avances en los métodos de diseño y procedimientos constructivos, provén a los sistemas viarios mejores prestaciones al usuario.

Además, el sector de la construcción en carreteras, consciente de las implicaciones sociales, económicas, ambientales y sobre todo en seguridad, hacen un esfuerzo notable para adaptarse a las nuevas situaciones, y están incorporando estas nuevas condicionantes en sus rutinas.

La palabra sostenibilidad se ha introducido prácticamente en todos los ámbitos de actividad y se utiliza con frecuencia desde su primera formalización en el informe de Brundtland de las Naciones Unidas.

La evaluación de la sostenibilidad se fundamenta en la consideración de sus tres componentes básicos: económico, social y medioambiental (figura 1). El equilibrio entre ellos, conocido como "triple resultado" (Elkington, 1994) constituye el objetivo principal de la sostenibilidad.

En el mundo de las carreteras, la búsqueda de la sostenibilidad es un requisito cada vez más presente en las actividades relacionadas con la construcción, conservación y rehabilitación de firmes. En definitiva, el objetivo principal de este trabajo es presentar el análisis de sostenibilidad del sistema tradicional flexible de carreteras en España y un nuevo sistema constructivo con elementos prefabricados de hormigón.

II. Condiciones de contorno

Para validar el análisis de sostenibilidad es necesario proponer como mínimo dos alternativas. Es por ello que se propone como alternativa un nuevo sistema constructivo para pavimentos en carreteras, (De los Ríos et al, 2007), bajo el marco de Transferencia de Tecnología.

La nueva propuesta constructiva ha sido definida en este apartado para compararla posteriormente con la solución tradicional de España (pavimento flexible).

Para ello, en primer lugar se realiza un análisis económico de la solución estructural propuesta del firme prefabricado comparándola con la solución tradicional del firme flexible. Por otro lado, se busca aprovechar las características positivas de la nueva propuesta de cara a maximizar sus prestaciones desde el punto de vista social y medioambiental.

En el aspecto social se presenta la propuesta de un sistema integrado de conducciones para alojar servicios de telecomunicaciones o electricidad con la finalidad de reducir las molestias al usuario de la carretera por futuras actuaciones de construcción y mantenimiento de dichas instalaciones.

En el caso del aspecto medioambiental, se toca el tema de impacto ambiental y se propone la incorporación de sistemas para captar y almacenar energía en la carretera. Ambas posibilidades ponen de manifiesto la capacidad que tiene la solución para favorecer la sostenibilidad.

II.1. Características generales de las soluciones

<u>Solución tradicional</u>

Figura 1.- Representación del concepto de sostenibili-

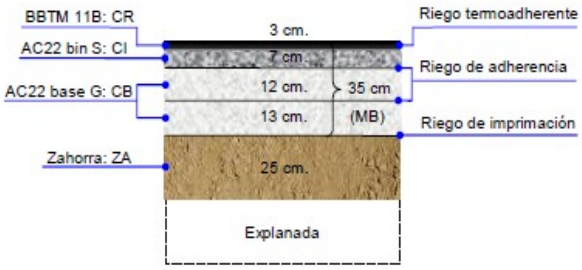


Figura 2.- Características de la sección estructural flexible, sección 0031 (6.1 IC)

En la figura 2 se presenta la sección estructural de la solución tradicional, corresponde a la sección equivalente 0031 del catálogo de firmes de la instrucción de carreteras (6.1 I.C) de España.

En ella se observa que la sección estructural tiene 60 cm de espesor y se compone básicamente de dos capas claramente diferenciadas: una de mezcla bituminosa en caliente de 35 cm de espesor (que alberga 4 capas distintas) y otra granular de 25 cm de espesor. Teniendo en cuenta la normativa vigente, en lo que sigue se identifican las características, los materiales y los espesores de las diferentes capas para el análisis económico de esta solución. De abajo hacia arriba considerando el orden de construcción de las capas del firme, la componen:

- Base granular (ZA): formada por una capa de 25 cm de zahorra artificial

- Capa base (CB): conformada por razones constructivas en dos capas, una de 12 cm y la otra de 13 cm de espesor. En estas capas se ha considerado una mezcla bituminosa tipo AC22 base tipo G, calcárea.

- Capa de rodadura (CR): de 3 cm de mezcla bituminosa en caliente, tipo BBTM 11B. Corresponde a una mezcla de granulometría discontinua, elegida por sus cualidades relativamente permeables y buena adherencia al deslizamiento.

- Capa intermedia (CI): de 7 cm de mezcla bituminosa en caliente, tipo AC22 bin S.

- Riego de imprimación tipo ECI: a colocar sobre la capa granular, previamente a la colocación sobre esta de la capa base de mezcla bituminosa, tipo AC22 base G.

- Riego de adherencia, tipo ECR-1: para la interface entre ambas capas base y la capa intermedia.

- Riego termo adherente, tipo ECR-2d-m: a colocar entre la capa intermedia y la capa de rodadura. Corresponde a un tipo de emulsión modificada que ha sido elegida en razón de evitar el inconveniente que suelen ocasionar las emulsiones al adherirse a las ruedas de los vehículos de obra, dejando su superficie cubierta.

Solución prefabricada

El esquema de la solución prefabricada considerada se muestra en la figura 3.

Siguiendo el orden de construcción in situ, de abajo arriba la solución está compuesta por:

Traviesa prefabricada: formada por el elemento lineal de hormigón armado HA-25, de 10,5 m de longitud y sección de 0,30 m por 0,20 de altura.

Neopreno: de 4 mm de espesor, colocado en la ligera curvatura de la cara superior de las traviesas a fin de atenuar el impacto que pudiese ocurrir entre la losa y la traviesa en función del paso de vehículos.

Losa prefabricada: de hormigón armado HA-25 con formato rectangular de 2,5 m de longitud, 10,5 m de anchura y 0,25 m de espesor.

Interface: formada de capas de geotextil de 50 cm de anchura, impregnado con betún en ambas caras a colocar sobre las juntas. Corresponde a un sistema antifisuras diseñado con el objeto de mitigar la reflexión de juntas transversales del sistema prefabricado.

Riego de adherencia termo adherente, tipo ECR -2d-m: elegido por dos razones, su buena adherencia al soporte sobre el que se aplica y la nula pegajosidad a los neumáticos del tráfico de obra.

Capa de rodadura: conformada por 3 cm de mezcla bituminosa en caliente, tipo BBTM 11B. Al igual que en la solución flexible se ha elegido este tipo de mezcla por su relativa permeabilidad y buena resistencia al deslizamiento.

La solución prefabricada, basada en losas biapoyadas, implica tensiones sobre el terreno concentrado en la zona de apoyo. En el caso de que existan desiguales respuestas en estos, podría conducir a ciertas irregularidades geométricas en el perfil central del trazado que incidiesen de forma negativa en el confort del usuario. Esta situación debe estudiarse en cada caso concreto e intentar mejorar el terreno de apoyo en el caso de que se precise.

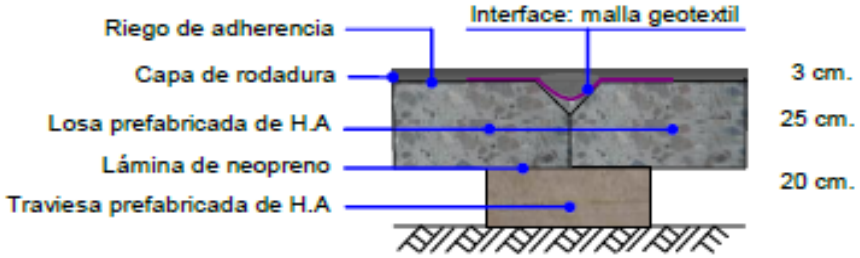


Figura 3.- Componentes de la alternativa prefabricada

II.2. Aspecto económico

En la evaluación económica se toma como modelo de referencia 1 km de carretera. En la misma se han considerado dos alternativas. La solución flexible, por ser el tipo de solución más utilizada en España (del Val, 2007) y la solución prefabricada.

La explanada considerada (tipo E3) es común para ambas soluciones, por lo que se ha obviado el coste de la misma. De igual forma son análogas las características de la capa de rodadura; sin embargo, en este caso se considera el coste de la misma ya que el espesor tiene cierta interacción con la sección de la solución prefabricada.

La comparativa de los costes de construcción de las dos soluciones estructurales se ha obtenido a partir de la consulta de los bancos de precios del ITEc, GISA y PREOC correspondientes al año 2010.

Los precios de materiales no contemplados en dichos bancos se han obtenido directamente de sus proveedores, lo cual puede dar lugar a ciertas distorsiones propias del mercado.

En la estimación de los precios unitarios se han incluido los costes de materiales, de la mano de obra, de la maquinaria y los costes indirectos.

Por otra parte, cabe señalar que los costes presentados en este estudio corresponden solamente a la construcción y no así al mantenimiento, sobre los que se realiza una reflexión posterior.

Para tener una aproximación del coste real de las dos soluciones estructurales presentadas, en las tablas 1 y 2 se presenta el presupuesto realizado con el estado de mediciones.

Para cada alternativa el coste global de construcción se obtiene a partir de la suma de los costes de los diferentes componentes de la sección estructural. Los precios unitarios de los distintos ítems incluyen el precio de transporte a obra. En el caso particular de la solución prefabricada el transporte de los elementos se trata como una partida desglosada por su alto valor.

Solución flexible

A fin de identificar rápidamente el importe total y la repercusión de cada componente en la sección estructural flexible se presenta en la tabla 1 un resumen de los costes. En ella, se evidencia que el coste total del firme flexible para un kilómetro de longitud es de 524.696,24 euros, lo que equivale a 49,97 euros por metro cuadrado.

Tabla 1.- Resumen del presupuesto del firme flexible

Componentes estructurales	Importe (€/km)	% sobre el importe total
Capa granular de ZA	70.953,75	13,52
Capa base AC22 base G	299.069,99	57,00
Capa intermedia AC22 bin S	90.488,26	17,25
Capa de rodadura BBTM 11B	45.179,24	8,61
Riegos: adherencia e imprimación	19.005,00	3,62
Total	524.696,24	100,00

Tabla 2.- Resumen del presupuesto del firme flexible

Componentes estructural	Importe (€/km)	% sobre el importe total
Transporte de elementos prefabricados	161.280,00	14,18
Traviesa prefabricada	37.417,28	3,29
Neopreno	29.770,03	2,62
Losa prefabricada	855.369,23	75,21
Interface	3.831,37	0,34
Riego de adherencia	4.410,00	0,39
Capa de rodadura	45.179,24	3,97
Total	1.137.257,15	100,00

En la tabla 1, puede verse que la capa base presenta el porcentaje más alto de los componentes de la sección estructural con el 57,00%, seguida de la capa intermedia con el 17,25% y de la capa granular con el 13,52%. El porcentaje restante se reparte entre la capa de rodadura y los riegos de imprimación y de adherencia con el 8,61% y el 3,62%, respectivamente.

El alto porcentaje atribuido al ítem capa base considera los 25 cm de espesor correspondiente a la suma de las dos capas de 12 y 13 cm de espesor, según se ha visto en la figura 2. Si bien es cierto que este ítem asume más de la mitad del coste total, esto se debe fundamentalmente a los materiales empleados en razón de la función estructural que cumplen, que es la de absorber las tensiones provocadas por el tráfico y transmitirlas suficientemente amortiguadas a la explanada.

Solución prefabricada

Con la finalidad de tener un resumen general de los costes y el respectivo porcentaje de incidencia de cada componente sobre el coste total, en la tabla 2 se presenta el resumen del presupuesto siguiendo el orden de construcción de los componentes que integran la solución prefabricada.

En dicha tabla 2, puede verse que el coste total de la construcción de carreteras con firme prefabricado asciende a 1.137.257,15 euros por km de longitud, lo que equivale a 108,31 euros por metro cuadrado. También puede evidenciarse que la partida losa prefabricada presenta el porcentaje más alto de todos los ítems con el 75,21%, seguida del transporte por carretera con el 14,18%. Los demás porcentajes resultan inferiores al 4,00%.

En el ítem transporte de elementos prefabricados a obra se consideró por kilómetro construido, 400 viajes para transportar una losa y dos traviesas, por viaje.

El precio de este ítem también corresponde a la cotización directa de empresas, teniendo en cuenta el uso de transporte de 26 t de capacidad de carga para una longitud de recorrido de 100 km. Esa distancia corresponde al recorrido entre la planta prefabricadora considerada, ubicada en Santa Coloma de Queralt (Barcelona), cuyo presupuesto sirvió de base para la composición del coste y el lugar inicial previsto para el tramo experimental, localizado en Vallcarca (Barcelona).

De lo expuesto, se obtiene que la suma del coste de transporte y de los elementos prefabricados ascienda a 92,68 % del coste total. Este porcentaje tan elevado se debe fundamentalmente a las características inherentes al sistema de construcción prefabricado

En la figura 4 se muestra un diagrama de barras con el coste total de construcción para la solución de firme flexible y la solución prefabricada.

En ella puede evidenciarse que el coste de la primera es considerablemente menor que el de la segunda, habiendo una diferencia real de 612.560,91 euros. Dicho valor traducido a porcentaje corresponde al 116,75% del coste de la solución prefabricada. Sin embargo, es necesario puntualizar que esta última se trata de una "nueva alternativa de construcción".

La solución flexible con una mayor probabilidad de problemas de ejecución, tiene el inconveniente de requerir, usualmente, un mantenimiento más exigente que las soluciones rígidas, siempre y cuando las mismas estén realizadas en condiciones estándar.

El coste de inversión inicial generalmente es utilizado como criterio principal de elección entre alternativas de construcción de firmes flexibles y rígidos, incluso considerando los costes de mantenimiento. El tiempo de vida útil de los firmes en la comparación desempeña claramente un papel importante (Rens, 2009).

En base a ello, es evidente que para lograr una comparación más equilibrada entre las dos soluciones estudiadas se debe considerar el factor tiempo en el coste de inversión.

De acuerdo con la norma española 6.1 IC de secciones de firme, el periodo de vida de proyecto para los firmes flexibles es de 20 años y para los firmes rígidos es de 30 años. Por otro lado, la CPTP (2008) destaca que la alta vida de servicio de los firmes rígidos puede estar entre los 30 y 50 años, a diferencia de los firmes flexibles que duran 20 años o incluso menos.

En definitiva, si consideramos el factor tiempo para obtener el coste medio por vida útil en ambas soluciones el resultado favorece en gran medida a la solución prefabricada.

Para representar esta ventaja en igualdad de condiciones, en la figura 5 se consideran únicamente dos variables: los costes de inversión de construcción y el tiempo de vida útil de proyecto asumido en 20 años para la solución flexible y en 40 años para la solución prefabricada. Cabe señalar que la comparación de costes a largo plazo también podría incluir los costes de mantenimiento y refuerzo. Sin embargo, al tratarse de una solución nueva, el sistema prefabricado no cuenta con suficiente información sobre la necesidad de mantenimiento y conservación en este tipo de aplicación. Así pues, se optó por no incorporar ambos costes en el análisis a lo largo de la vida útil de la carretera.

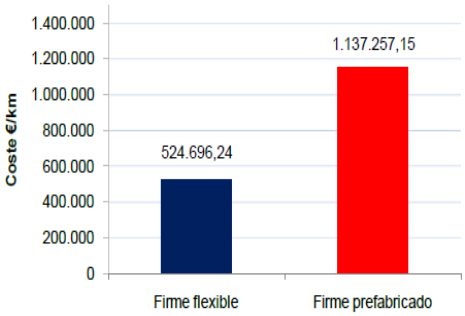


Figura 4.- Costes de las secciones equivalentes

La solución flexible con una mayor probabilidad de problemas de ejecución, tiene el inconveniente de requerir, usualmente, un mantenimiento más exigente que las soluciones rígidas, siempre y cuando las mismas estén realizadas en condiciones estándar.

El coste de inversión inicial generalmente es utilizado como criterio principal de elección entre alternativas de construcción de firmes flexibles y rígidos, incluso considerando los costes de mantenimiento. El tiempo de vida útil de los firmes en la comparación desempeña claramente un papel importante (Rens, 2009). En base a ello, es evidente que para lograr una comparación más equilibrada entre las dos soluciones estudiadas se debe considerar el factor tiempo en el coste de inversión.

De acuerdo con la norma española 6.1 IC de secciones de firme, el periodo de vida de proyecto para los firmes flexibles es de 20 años y para los firmes rígidos es de 30 años. Por otro lado, la CPTP (2008) destaca que la alta vida de servicio de los firmes rígidos puede estar entre los 30 y 50 años, a diferencia de los firmes flexibles que duran 20 años o incluso menos.

En definitiva, si consideramos el factor tiempo para obtener el coste medio por vida útil en ambas soluciones el resultado favorece en gran medida a la solución prefabricada.

Para representar esta ventaja en igualdad de condiciones, en la figura 5 se consideran únicamente dos variables: los costes de inversión de construcción y el tiempo de vida útil de proyecto asumido en 20 años para la solución flexible y en 40 años para la solución prefabricada. Cabe señalar que la comparación de costes a largo plazo también podría incluir los costes de mantenimiento y refuerzo. Sin embargo, al tratarse de una solución nueva, el sistema prefabricado no cuenta con suficiente información sobre la necesidad de mantenimiento y conservación en este tipo de aplicación. Así pues, se optó por no incorporar ambos costes en el análisis a lo largo de la vida útil de la carretera.

En la figura 5, presentada anteriormente puede notarse que, en un período de referencia de 40 años, la solución flexible necesita una reconstrucción; en otras palabras, necesita otra reinversión a un coste que incluso podrá superar el valor de la inversión inicial. En este caso, el factor tiempo juega un papel muy importante que favorece de forma muy positiva a la solución prefabricada ya que ésta no necesitaría de una reconstrucción en el mismo intervalo de tiempo. Desde el punto de vista del costo medio por año de vida útil, según puede verse en la figura 6, la solución flexible cuesta 26.234,81 euros mientras que la solución prefabricada cuesta 28.431,43 euros, en base a la hipótesis de vida útil doble utilizada (20 a 40 años).

II.3. Aspecto social

Aparte de cumplir con el propósito fundamental para el cual ha sido diseñado (el de servir para la circulación de vehículos), el nuevo sistema constructivo de carreteras propuesto ofrece mayores prestaciones para dar respuesta a la demanda social de sostenibilidad. Así pues, se presenta la propuesta de un sistema integrado de conducciones para alojar servicios de telecomunicaciones y telefonía, con la finalidad de reducir las molestias al usuario de la carretera por futuras actuaciones de construcción y mantenimiento de estos servicios.

La inclusión de la canalización de servicios representa una muy pequeña inversión en comparación con el coste de la obra con la ventaja añadida de crear opciones con amplio retorno a futuro. Adicionalmente, puede disponer de servicios, aplicaciones a carreteras inteligentes y convertir a los concesionarios en transportadores de información al alquilar sus instalaciones de fibras a los operadores de telecomunicaciones.

Por otra parte, como complemento de esta nueva funcionalidad, la tecnología también permite la adaptación de la propia estructura para colocar elementos de señalización y protección. En esta sección se definen y dimensionan las galerías para alojar los servicios de fibra óptica, telefonía o bien los servicios propios de la carretera comentados con anterioridad.

Tras una exhaustiva investigación bibliográfica se ha constatado que no existe normativa española que regule la instalación de servicios específicamente para carreteras. En la práctica, cada operador de servicio dispone de sus propias reglas internas para la instalación de sus redes.

Para determinar el diámetro de la tubería y el espacio para alojar los servicios en la traviesa se optó por consultar a técnicos del área para el diseño a prever en la traviesa prefabricada para alojar los servicios. Todos coincidieron en que el diámetro estándar de la tubería para la canalización en la instalación de la fibra óptica es de 125 mm. Este diámetro permite alojar "cables de alta densidad", conformados por un número elevado de fibras individuales.

Según Chomycz (1998), los conductos se deben dimensionar para cumplir los requerimientos de cables presentes y futuros. Una razón de llenado del 50% (por área de sección transversal) es una buena regla aproximada para conseguir el mínimo tamaño del conducto, ya que facilita el enfilado de los cables.

Además de tener en cuenta ese aspecto, en el diseño del espacio previsto en las traviesas prefabricadas se ha considerado la importancia de la seguridad y la capacidad resistente del elemento estructural. Al respecto, el capítulo 6 del Reglamento ACI-318-05 (2005), (relativo a tuberías y ductos embebidos en el hormigón) establece, que para realizar instalaciones seguras en condiciones normales, los espacios previstos no deben tener dimensiones exteriores mayores que 1/3 del espesor total de la viga donde estén embebidos.

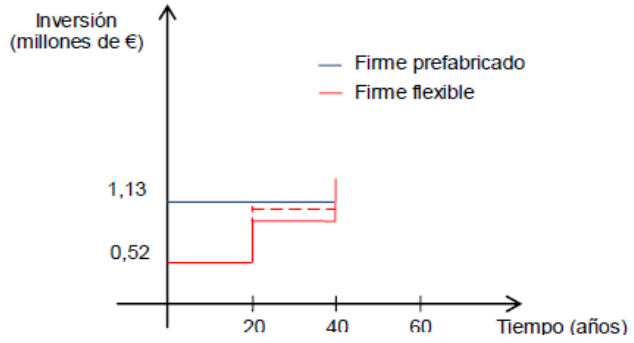


Figura 5.- Tiempo de vida útil versus coste inicial

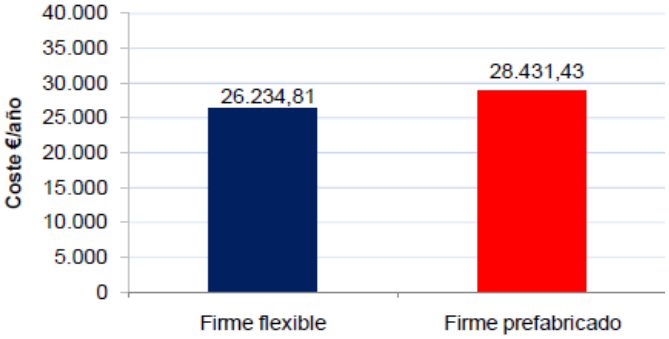


Figura 6.- Coste medio por año de vida útil en el firme flexible y el firme prefabricado

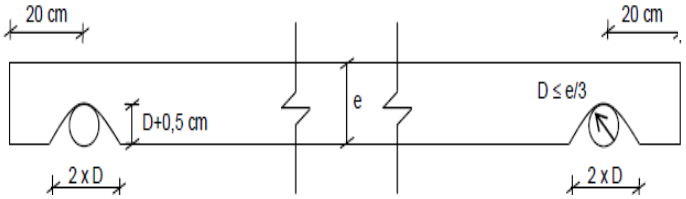


Figura 7 Galería de Servicios

Tabla 3. Consumo de materiales del firme flexible

Componente	Material	Area m^2/km	Rdto. material ton/m^2	Rdto. material m^3/km	Densidad t/m^3	Cantidad t/km
Sub-base	Agua	-	-	131,25	1,00	131,25
	Zahorra	-	-	3.150,00	2,26	7.119,00
Capa base	MBC AC22 base G	-	-	2.625,00	2,30	6.037,50
Capa Intermedia	MBC AC22 bin S	-	-	735,00	2,40	1.764,00
Capa de Rodadura	MBC BBTM 11B	-	-	315,00	2,10	661,50
Riegos	Imprimación ECI	10.500,00	0,0005	-	-	5,25
	Adherencia ECR-1	10.500,00	0,0002	-	-	2,10
	Adherencia ECR-1	10.500,00	0,0002	-	-	2,10
	Adherencia ECR-2	10.500,00	0,0003	-	-	3,15
Total						15.725,85

Asimismo, para lograr la integridad y la suficiente resistencia a las solicitaciones, los ejes de las tuberías deberán estar localizados a 20 cm del borde exterior de la viga. Sin disminuir la funcionalidad para ofrecer esta nueva prestación de servicio y considerando lo expuesto con anterioridad, se adopta 2 tuberías, cada cual con un diámetro comercial igual a 75 mm.

Tal como se muestra en la figura 7 las galerías se sitúan en los extremos de la traviesa a una distancia de 20 cm del borde. La razón de ser en los bordes es para facilitar la salida externa de la traviesa cuando se requiera. Asimismo las dimensiones vienen dadas por razones estructurales para evitar que se produzcan roturas locales si existen apoyos no uniformes especialmente, en zonas de borde.

En esta misma figura 7 se observa que las dos galerías de servicio tendrán sección hueca y forma de arco. La abertura del arco será igual a dos veces el diámetro de la tubería y la altura será igual al diámetro más una tolerancia de 5 mm para facilitar la instalación de los conductos. Otro aspecto importante a considerar es que para reducir el rozamiento entre los conductos y la traviesa, la superficie del arco deberá ser lisa.

II.4. Aspecto medioambiental

El aspecto medioambiental constituye uno de los pilares fundamentales para tender a un desarrollo sostenible. Tender a ello, implica disminuir el impacto medioambiental producido por todo tipo de actuaciones incluyendo aspectos diversos sobre contaminación, ahorro de energía y de materiales.

Dentro de este contexto, en este apartado se presenta las conclusiones más representativas de un estudio de evaluación medioambiental del impacto producido por firmes rígidos y firmes flexibles y posteriormente, se presenta la evaluación del impacto medioambiental del sistema prefabricado propuesto.

En la evaluación del impacto medioambiental se considera el ciclo de vida completo de la estructura, desde la obtención de las materias primas hasta la demolición y el envío a vertedero de los materiales, pasando por todas las fases intermedias de fabricación de productos, puesta en obra, uso y mantenimiento, eventuales reciclajes, transportes, etc. Interesa, evaluar el impacto medioambiental producido por los pavimentos con objeto de minimizarlo (Josa et al. 2000).

A continuación, se presentan las conclusiones más representativas de la evaluación medioambiental del impacto producido por firmes flexibles y firmes rígidos realizado por Häkkinen y Mäkelä (1996).

En rasgos generales y de acuerdo con los resultados obtenidos, el impacto medioambiental de los firmes asfálticos depende significativamente de la cantidad total de betún utilizada, según Sampedro y Ortiz (2008).

También destaca la significativa dependencia que tiene el impacto producido por un pavimento asfáltico con la estrategia de mantenimiento adoptada, relacionada, en cualquier caso, con el contenido de betún de las capas y su espesor.

De acuerdo con los resultados del estudio, el impacto ambiental de los firmes de hormigón se atribuye a la cantidad de cemento utilizada; consecuentemente, los resultados dependen del espesor de la capa del firme. Según Pade y Guimaraes (2007), más del 50% del CO_2 emitido durante la producción del cemento se reabsorbe durante el ciclo de vida del producto. En los resultados del estudio también consideran que de haberse tenido en cuenta la carbonatación total del hormigón, a largo plazo, el resultado final hubiera cambiado significativamente.

Para evaluar el impacto medioambiental producido por los diferentes componentes de ambas secciones de firmes, se utiliza la base de datos del ITEC por tratarse de una fuente que ofrece datos de impacto medioambiental para cada ítem de construcción.

Los resultados se representan a continuación en las tablas 3, 4, 5, 6, respectivamente y los resultados totales se resumen en la figura 8.

De los resultados obtenidos en dicha figura 8, puede verse que a pesar de requerirse aproximadamente la mitad del consumo de materiales en el firme prefabricado, este sistema requiere mayor consumo de energía y produce casi tres veces más emisiones de CO2 por km de carretera.

En la figura 8 puede observarse el resumen de los resultados del impacto ambiental que supone la construcción de las carreteras con la solución flexible y la solución prefabricada.

Tal como se ha visto en las conclusiones del estudio de Häkkinen y Mäkelä, el resultado obtenido es relativo y podría cambiar al disminuir el espesor de los elementos prefabricados a utilizarse, ya que el elemento determinante lo constituye la cantidad de cemento a utilizar.

Tabla 4. Consumo de materiales del firme prefabricado

Componente	Material	Area m^2/km	Espesor	Rdto. material ton/m^2	Densidad ton/m^3	Cantidad ton/km
Traviesa	Hormigón HA-25	1.263,15	0,20	-	2,40	606,31
Neopreno	Neopreno sin armar	1.263,15	0,002	-	1,65	4,17
Losa	Hormigón HA-25	10.500,00	0,25	-	2,40	6.300,00
Interface	Geotextil	2.100,00	-	0,00014	-	0,29
	Emulsión	2.100,00	-	0,0011	-	2,31
Riego de adherencia	Termoadherente ECR-2m	10.500,00	-	0,0003	-	3,15
Capa de rodadura	MBC BBTM 11B	10.500,00	0,0300	-	2,10	661,50
Total						7.577,73

Tabla 5. Consumo energía utilizada y emisiones de CO2 en el firme flexible

Componente	Cantidad por Km	Energía	Emisiones	Energía GJ/Km	Emisiones t CO2/km
Sub-base	2.625,00 m^3	317,98 MJ/m^3	25,62 kgCO2/m^3	834,70	67,25
Base	6.257,87 ton	1.819,68 MJ/ton	256,27 kgCO2/ton	11.387,32	1.603,70
Intermedia	1.834,56 ton	1.929,56 MJ/ton	272,44 kgCO2/ton	3.539,89	499,81
Capa de rodadura	10.500,00 m^2	164,35 MJ/m^2	23,49 kg CO2/m^2	1.725,68	246,65
Riego de imprimación	5,25 ton	44.287,46 MJ/ton	6.527,25 kgCO2/ton	232,51	34,27
Riego de adherencia	4,20 ton	44.306,26 MJ/ton	6.532,17 kgCO2/ton	186,09	27,44
Riego termoadherente	3,15 ton	44.306,26 MJ/ton	6.532,17 kgCO2/ton	139,56	20,58
Total				18.045,75	2.499,69

Tabla 6. Consumo energía utilizada y emisiones de CO2 en el firme prefabricado

Componente	Cantidad por Km	Energía	Emisiones	Energía GJ/Km	Emisiones ton CO2/km
Traviesa	401,00 u	10.077,80 MJ/u	942,32 $kgCO_2/u$	4.041,20	377,87
Neopreno	2.526,30 dm^3	172,80 MJ/dm^3	25,51 $kgCO_2/dm^3$	436,54	64,45
Losa	400,00 u	104.976,94 MJ/u	13.742,14 $kgCO_2/u$	41.990,78	5.496,86
Interface (geotextil+emulsión)	2.100,00 m^2	13,04 MJ/m^2	1,92 $kgCO_2/m^2$	536,74	78,86
	11,55 ton	44.100,00 MJ/ton	6.478,29 $kgCO_2$/ton		
Riego de adherencia	3,15 ton	44.306,26 MJ/ton	6.532,17 $kgCO_2$/ton	139,56	20,58
Capa de rodadura	10.500,00 m^2	164,35 MJ/m^2	23,49 $kgCO_2/m^2$	1.725,68	246,65
Total				48.870,50	6.285,25

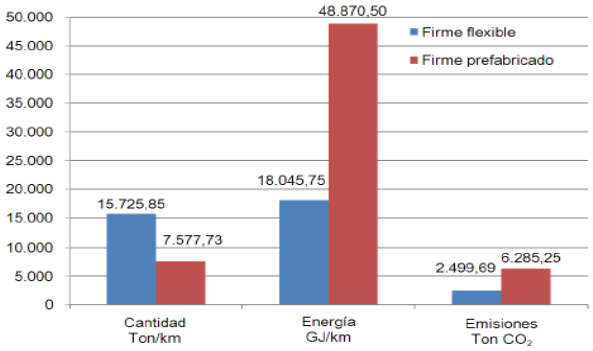


Figura 8.- Impacto medioambiental de las soluciones alternativas de construcción de firmes

Según, Gjorv (2003) y Wilson (1993) la cantidad de emisiones de CO2 por volumen de hormigón se encuentra entre 1 y 1,25 toneladas de CO2 por tonelada de cemento. Rens (2009) señala que en los países pertenecientes a la Unión Europea, la media de emisiones de CO2 por tonelada de cemento equivalente es de 750 kg de CO2.

El uso de elementos prefabricados es indudablemente positivo, ya que no solo se reducen las probabilidades de errores constructivos que pueden producir alto impacto ambiental, sino que además los residuos durante la producción están controlados y no tienen el impacto que de otra forma tendrían en el entorno de la obra.

Otro aspecto importante de los firmes rígidos es la durabilidad, estos firmes requieren menor mantenimiento y con ello ahorran en el consumo de recursos con la consecuente, reducción del impacto medioambiental que podría suponer su mantenimiento.

Conclusiones

Con respecto al análisis en términos de sostenibilidad (considerando los tres aspectos de dicho concepto: economía, medioambiente y social) se concluye que la solución propuesta es similar con relación a la solución tradicional para ese tipo de firmes, para un tráfico T00.

Del análisis hecho a sus tres componentes, se ha visto que en el aspecto económico los costes de la solución prefabricada frente a la solución flexible favorecen a la primera solución siempre y cuando se considere el factor tiempo de vida útil. Esto es si sólo se tienen en cuenta el coste inicial, la solución tradicional es más ventajosa y quizás sea una de las claves de la inercia al cambio, anteriormente expuesta.

En el aspecto social, la solución prefabricada permite ofrecer mayores prestaciones para dar respuesta a la demanda social de sostenibilidad a partir de los sistemas integrados de conducciones para alojar servicios de telecomunicaciones y telefonía; siendo la finalidad de dichos sistemas, la de reducir las molestias al usuario de la carretera por futuras actuaciones de construcción y mantenimiento.

Es sabido que de una u otra forma todo producto produce un impacto medioambiental, si bien este puede ser positivo o negativo. En cuanto al aspecto medioambiental se refiere, en el firme prefabricado, la tecnología de fabricación del sistema permite reducir los errores que pudiesen producir un impacto ambiental alto. Además de ello, la tecnología de producción permite controlar los residuos durante la producción. En este contexto, las características del sistema prefabricado permiten la posibilidad del aprovechamiento de las energías renovables (solar y cinética) cara a reducir el impacto que pudiese producir. De las soluciones presentadas, acerca del uso de energías renovables la energía solar como concepto sería la que podría adaptarse al sistema prefabricado de construcción de carreteras.

Agradecimientos

Los autores agradecen al equipo de trabajo de la Dirección de la Universitat Politècnica de Catalunya por el tiempo otorgado durante el desarrollo del estudio de investigación y, finalmente, a la Escuela Técnica Superior de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos por la financiación aportada para presentar este artículo.

Referencias

- Código ACI 318 (1999). "Building Code Requirements for Structural Concrete with Commentary". American Concrete Institute. ACI 318, 319p.
- Chomycz, B (1998). "Instalaciones de Fibra Óptica (Fundamentos, técnicas y aplicaciones)", Mc GRAW – HILL. 225p. ISBN 8448114671.
- CPTP (2008). Concrete Pavement Technology Update. Rigid Pavement. FHWA-IF-08-015, pp 1-12. [En línea], [consultado en el año 2008], disponible en: http://www.fhwa.dot.gov./pavement/pub details.cfm?id=604.
- De Los Ríos, B.; Villegas N; Núñez, R.; Aguado, A.; Pérez, F. (2007). "Construcción de carreteras mediante el uso de elementos prefabricados de hormigón". IV Congreso Andaluz de Carreteras. Carreteras para el siglo XXI "compromiso de calidad y servicio". Jaén, del 23 al 26 de Octubre, vol. I, pp. 473 -490. ISBN 978-84-89875-74-6.
- Del Val Melus, A. (2007). Los pavimentos en las carreteras españolas del siglo XX. Revista de Obras Públicas Nº. 3482. ISSN 0034-8619. pp. 7-24
- Elkington, J (1994). Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. California management review, vol 36, no 2, pp 90-100.
- Gjorv, O. (2003). Durability design and construction quality of concrete structures. International Conference on Advances in Concrete and Structures. Publisher RILEM Publications SARL, pp 309- 320.
- Häkkinen, T. and Mäkelä, K (1996). Environmental adaptation of concrete. Environmental impact of concrete and asphalt pavements. VTT, Technical Research Centre of Finland, Espoo. 98 pp.
- Josa, A., Aguado, A., Cardim, A. y Gettu, R. (2000). "Construcción y medio ambiente - Evaluación ambiental de productos derivados del cemento - Aplicación a pavimentos de hormigón". II Congreso Interamericano de Pavimentos de Concreto, Cartagena de Indias (Colombia), 2000, pp. 21 p.
- ITEC (2009). Instituto de tecnología de la construcción de Cataluña. Base de datos, banco BEDEC. [En línea], disponible en: http://www.itec.es/home/index.asp#.
- Sampedro, A y Ortiz, J (2008). "Mejores técnicas disponibles (MTD) en la construcción de firmes de carreteras". VIII Congreso Nacional de Firmes, Valladolid, Tomo I, pp 391-402. ISBN -13. 978-84-89875-79-1.
- Pade, C; Guimaraes, M. (2007). The CO2 uptake of concrete in a 100 years perspective. Cement and concrete research, Elsevier B.V., 37(9), pp 3-12.
- Rens, L (2009). "Concrete roads: a smart and sustainable choice". EUPAVE: European Concrete Paving Association. 29 p.
- Wilson, A. (1993) Cement and concrete: environmental considerations; Environmental Building News,.vol.2,.no.2;. [En.línea],.disponible.en:.http://www.buildinggreen.com/.features/cem/cementconc.html.

IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DE FALLAS EN LA OPERACIÓN DE REDES EMPRESARIALES BASADAS EN TCP/IP

MATI Orlando Arzola Garza[1], Ing. Olga Maricela Preciado Martínez[2] , Ing. Angel Zárate Martínez[3], MATI Alicia Guadalupe Valdez Menchaca[4] , Mónica Lizzeth Borrego Quiñonez[5]

Profesor Investigador, orarzola@prodigy.net.mx, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Barranquilla s/n Col. Guadalupe, C.P. 25750, Monclova, Coahuila.
Catedrático de Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, U. A. de C., ompreciado@prodigy.net.mx
Catedrático de Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, U. A. de C
Profesor Investigador de Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, U. A. de C
Estudiante de la Carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales, F.I.M.E. de la U. A. de C.

RESUMEN

La creciente necesidad de disponer oportunamente de información relevante, obliga a las empresas a reevaluar constantemente su infraestructura tecnológica y la forma de administrarla. Dentro de este ambiente, un lugar preponderante es ocupado por la red de comunicaciones. En México no estamos acostumbrados a medir lo que nos cuesta tener fuera de operación una red de comunicaciones sea esta pública ó privada, y como no existe una cultura al respecto este trabajo pretende fomentar el desarrollo de esta cultura.

Este trabajo de investigación se basa en el análisis de la problemática de fallas en la operación que presentan las Redes de Cobertura Amplia basadas en TCP/IP, en éste estudio analizaremos el caso especifico de una empresa del Sector Productivo que servirá para aportar sugerencias de mejora en la prevención, detección y/o corrección de fallas en cualquier red de cobertura amplia basada en TCP/IP.

Para desarrollar este proyecto fue necesario analizar la administración del monitoreo y operación de la red, en una empresa del sector productivo de México; la selección se realizó principalmente por las facilidades para la investigación de campo y el antecedente de la problemática manifestada en ésta empresa, dicha problemática de fallas en la operación de la red, no solo impactaba en el decremento de la disponibilidad de operación, aumento en la incidencia de fallas LAN y WAN, sino que dañaba los equipos de cómputo y comunicaciones, por lo cual se decidió evaluar la problemática en dos periodos de estudio uno antes y otro después de aplicar las medidas preventivas, y procedimientos de atención y corrección de fallas en la operación de la red.

Se tomaron como muestra los concentrados de reportes de fallas correspondientes a cada mes, los cuales se procesaron en hojas de cálculo para obtener los reportes de clasificación de fallas por tipo, disponibilidad y gráficas de eficiencias relativas a la operación de la red en cada uno de los meses de estudio.

Como resultado se obtuvo que una vez que se trabaja organizadamente aplicando medidas preventivas para evitar fallas y se aplican procedimientos adecuados para la atención y corrección de las mismas, aumenta considerablemente la disponibilidad en la operación de la red y disminuye el número de incidentes ó fallas tanto LAN como WAN de la red.

Palabras Clave: LAN, WAN, Análisis, problemática

1. INTRODUCCIÓN

Descripción de la Metodología de Investigación aplicada en el desarrollo de éste análisis.

Los parámetros de medición, es decir, los aspectos generales que influyen en el análisis, se efectúa el estudio de campo para obtener los datos.

Además el estudio estadístico que permitió procesar los datos recolectados para formular bases de datos y a su vez generar los reportes y gráficas estadísticas y así representar los resultados encontrados en ambos periodos, compararlos, y realizar las conclusiones objeto de éste análisis.

Objetivo:

Realizar el análisis de la problemática de fallas en la operación de una red de cobertura amplia en una empresa Mexicana del sector productivo, detectar las áreas con mayor incidencia de fallas y encontrar las causas que generan tal problemática, analizando éstas para encontrar las soluciones adecuadas.

Emitir aportaciones de mejora en la operación de las Redes de cobertura Amplia que serán probadas en campo después de analizar la problemática de fallas en la operación de la Red de la empresa en estudio.

Para al final hacer una comparativa de la operación de la red antes del análisis y después de éste con la aplicación de los procedimientos de prevención, detección y corrección de fallas de operación de la red de cobertura amplia.

2. METODOLOGÍA

Parámetros de Medición

Esta investigación consiste en analizar la problemática de fallas en la operación de las redes de cobertura amplia TCP/IP en cualquier empresa de México, para lo cual se analiza una empresa del sector productivo con el mismo escenario en 2 periodos diferentes obteniendo la información correspondiente para dicho fin.

Aspectos Generales

a. Relación mensual de Fallas tipo LAN por departamento.
b. Relación mensual de Fallas tipo WAN por departamento.
c. Reporte mensual de Disponibilidad de Operación de la red por departamento y general.
d. Relación mensual de Incidencia de fallas por tipo.
e. Mantenimientos Preventivos.

1. Se realiza el estudio de campo obteniendo los datos de la operación de la red correspondientes al primer periodo que comprende los meses agosto, septiembre y octubre de 2007, obteniendo la información marcada en los *aspectos generales*.
2. Se efectúa un análisis al finalizar éste primer periodo con el fin de encontrar los problemas y sus posibles soluciones para posteriormente implementar las medidas preventivas y procedimientos adecuados en la atención y corrección de fallas.
3. Se detectan las Áreas de mayor problemática durante el primer periodo, así como los tipos de fallas que influyen en dicha problemática.
4. Se forman grupos efectivos de trabajo, con los Ingenieros de Servicio asignados en el mantenimiento de la red, de acuerdo a sus habilidades y especialidades, así como la formación de Áreas de Capacitación continua, Soporte Técnico y Laboratorio.
5. Se desarrollan medidas preventivas para cada caso específico, desarrollando un esquema de mantenimiento preventivo para cada caso.
6. Se desarrollan de igual manera un estudio eléctrico específico en las áreas que presentaban graves problemas de fallas.
7. Se aplican al final del primer periodo todas las medidas preventivas, procedimientos generales y específicos de atención y corrección de fallas respectivamente.
8. Se realiza el estudio de campo obteniendo los datos de la operación de la Red correspondientes al segundo periodo que comprende los meses Noviembre y Diciembre de 2007 además de Enero, Febrero, Marzo, abril, Mayo y Junio de 2008, obteniendo la información marcada en los aspectos generales. (ver *figura 9*).
9. Se detectan las Áreas de mayor problemática, así como los tipos de fallas que influyen en dicha problemática.
10. Se compara la información encontrada en ambos periodos, analizando los aspectos generales

11. Basándose en el análisis de los resultados encontrados en ambos periodos se realizan las conclusiones respectivas, que es el objeto de este estudio.

12. Los datos obtenidos son completamente reales, tomados de la operación diaria de la red de comunicaciones.

13. Los datos estadísticos para realizar los cálculos de disponibilidad, número de fallas, tipos de fallas, porcentajes, etc., se realizaron utilizando la herramienta Excel de Microsoft.

14. Se generan gráficas a partir de los datos estadísticos que permiten visualizar el panorama general de las tendencias de fallas LAN y WAN así como de Disponibilidad en ambos periodos de la empresa.

15. Es necesario comentar que esta investigación no es experimental, ya que los datos son reales.

3. Estudio de Campo

Para adquirir los datos se corroboró de los archivos personalmente con los reportes originales tanto en computadora como en papel.

Se analizaron 11 meses en 2 periodos diferentes para el análisis de esta problemática. Los datos para efectos de nuestro análisis se distribuyeron de la siguiente manera:

- Primer periodo comprende los meses de Agosto, Septiembre y Octubre de 2007.
- Segundo periodo comprende los meses de Noviembre y Diciembre de 2007 además de Enero, Febrero, Marzo, abril, Mayo y Junio de 2008.

En cada uno de los periodos se obtuvieron los datos de los concentrados de reportes correspondientes a cada mes.

4. Estudio Estadístico

Para el procesamiento de los datos de campo se utilizó el Software de Office 2007 para Windows. Se clasificó la información por tipos de fallas (ver figuras 8 y 10) en cada uno de los meses utilizando el concentrado de reportes correspondiente.

Se construyeron las bases de datos en Excel para cada mes. Enseguida obtener de dichas tablas los datos para realizar los resúmenes mensuales totales de fallas LAN, WAN y Disponibilidad de la red, agrupadas por periodos. (ver *figuras 7 y 9*).

Se analiza cada uno de los periodos en forma separada para posteriormente realizar una comparativa del comportamiento de disponibilidad e incidencia de fallas por tipo, de la siguiente manera:

- Se construyen las gráficas de Fallas LAN, WAN y Disponibilidad correspondientes al primer periodo.
- Se construyen las gráficas de Fallas LAN, WAN y Disponibilidad correspondientes al segundo periodo.
- Se construyen las gráficas de Tendencia General de Fallas LAN, WAN y Disponibilidad correspondientes a los 2 periodos.

Interpretación de las Gráficas

Los datos para la representación de las gráficas fueron tomados de las figuras 7 y 9 correspondientes a los dos periodos de este estudio.

En la representación lineal de cada una de las gráficas por periodo, se podrá apreciar el comportamiento de la incidencia de fallas LAN, WAN y Disponibilidad en cada uno de los periodos, así como las tendencias en forma general.

En el primer período se aprecian altos índices en la incidencia de fallas LAN y WAN, así como también una disminución en la disponibilidad de la red; lo cual es el reflejo de una atención desorganizada en la operación de la red.

Durante el segundo período se aprecia una disminución en los índices de incidencia de fallas LAN y WAN, así como también un aumento en la disponibilidad de la red.

En las gráficas de tendencias se aprecia el comportamiento de los índices de fallas LAN, WAN y Disponibilidad en ambos periodos.

Interpretación de las Tablas

Para la construcción de las tablas, se diseño el formato de acuerdo a las necesidades del Área de Telecomunicaciones de la empresa, desde la distribución de las Áreas, departamentos, abreviaturas para identificación de equipos, clasificación de fallas, aplicación de fórmulas.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de disponibilidad tienen que ver con los términos de disponibilidad en la operación de la red, que generalmente se exige un 98 % de disponibilidad esto es hablando de las empresas de México.

El promedio, como indicador de tendencia de la disponibilidad se calcula por departamento, refleja el porcentaje de disponibilidad de un departamento especifico y se acumula sumarizando los promedios de todos los departamentos en la empresa.

Como lo indican la intersección de la columna DISP-GRAL con la fila TOTAL en la que se promedia la disponibilidad de todos los departamentos y resultando la disponibilidad de la empresa en el mes.

Los datos de entrada en estas tablas se obtienen de cada uno de los reportes localizados en su correspondiente concentrado mensual, una vez que se tiene actualizado el inventario de equipo de computo y comunicaciones por departamento son principalmente día, concepto (refiriéndose a todas y cada una de las fallas), demora, y demora total.

El significado de cada uno de los campos en las columnas de izquierda a derecha.

AREA = Corresponde al nombre del departamento de la empresa.

HUB = número de hub's ó concentradores existentes en el departamento.

DS = número de servidores de terminales existentes en el departamento.

CS = número de enrutadores existentes en el departamento.

MODEM = número de Modem's existentes en el departamento.

SW = número de Switchés existentes en el departamento.

TERM = número de terminales existentes en el departamento.

IMP = número de impresoras matriciales existentes en el departamento.

P.C.= número de computadoras personales existentes en el departamento.

IMP. Y P.C. EN RED = número de impresoras lasser y P.C.'s en red existentes en el departamento.

TOT-DISP = Disponibilidad del departamento en minutos resulta de multiplicar 30 días del mes por 24 horas del día por 60 minutos por número de conexiones.

Num. DE CONEXIONES = suma de TERM. + IMP. + PC. + IMP. Y P.C.'S en RED.

TOT-DEM = S DEMT en minutos.

DISP-GRAL = disponibilidad general del departamento en el mes representado en porcentaje y resulta de la siguiente fórmula: ***1 - TOT-DEM / TOT-DISP***

DIA = representa el día del mes en que ocurrió la falla.

CNPTO = descripción del tipo de falla.

DEMD = tiempo fuera de operación del equipo ó equipos.

DEMT = tiempo fuera de operación total del equipo ó equipos que resulta de multiplicar. *DEMD * el número de equipos afectados por la falla.*

TOTAL = se obtienen los totales por las columnas correspondientes al final del reporte.

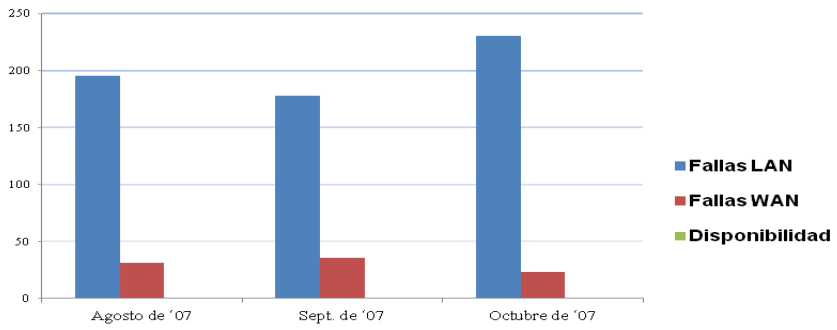
TIPOS DE FALLAS = al final del reporte se enumeran los distintos tipos de fallas que afectan la columna "CNPTO".

5. RESULTADOS

- En el primer periodo se aprecia un incremento en las fallas LAN y WAN. (ver *Figura 7*)
- Así como decremento en la disponibilidad. (ver *Figura 7*)
- También se aprecia que la incidencia de fallas en este primer periodo tiene que ver con problemas de cableados
- Instalaciones eléctricas, puertos dañados o inhibidos, current loop, interfaces y conectores, equipos de comunicación dañados y configuraciones de equipo.
- Durante el segundo periodo se aprecia una disminución en las fallas LAN y WAN. (ver *Figura 9*)
- Así como un aumento sostenido de la disponibilidad. (Ver *Figura 9*).
- Las medidas preventivas y la aplicación de procedimientos generales de atención y corrección a fallas ayudaron a disminuir la incidencia de fallas y aumentar la disponibilidad general de la red en éste segundo periodo. (ver *Figura 9*).
- Además se aprecia una disminución consistente en el índice de fallas. (ver *Figura 10*).

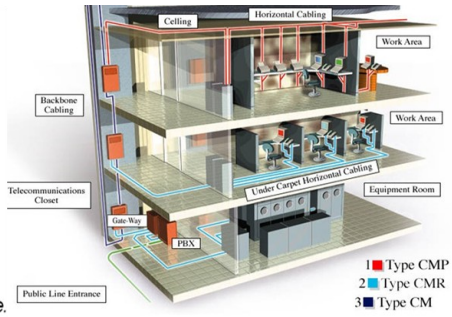
	FALLAS LAN	FALLAS WAN	DISPONIBILIDAD
AGOSTO ´07	195	31	99.98%
SEPT. ´07	178	36	99.98%
OCT. ´07	230	23	99.90%

Figura 7. Resumen de Fallas y disponibilidad correspondiente al



Grafica 1. *Resumen de Fallas y disponibilidad correspondiente al periodo Agosto-Octubre de 2007*

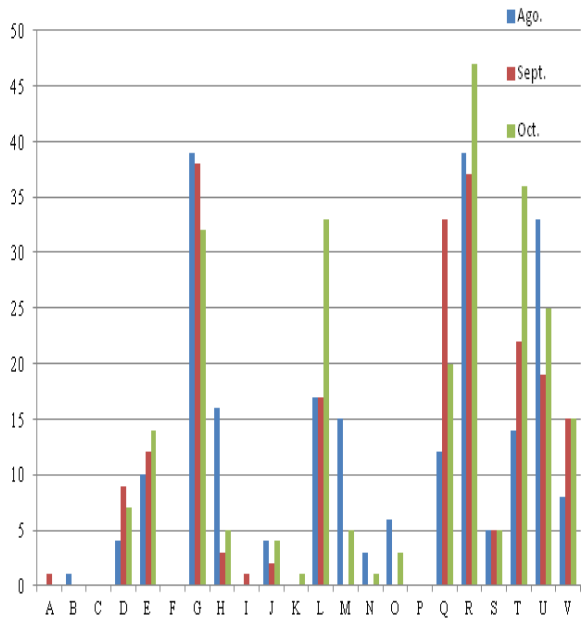
Ejemplo de inductancia magnética provocada por el medio ambiente.



Cableado estructurado de un Edificio

	Clasificación de Fallas	AGO	SEP	OCT
A	SWITCH	0	1	0
B	RUTEADOR	1	0	0
C	HUB/MAU	0	0	0
D	MODEMS	4	9	7
E	PARES DE LA RED	10	12	14
F	CABLE DE UNION DE RED	0	0	0
G	VOLTAJE Y EQUIPO DESCONECTADO	39	38	32
H	REINICIAR EQ. DE COMUNICACIONES	16	3	5
I	PAR TRENZADO PARA RED	0	1	0
J	CABLE DAÑADO PAR TRENZADO P/ TERMINAL	4	2	4
K	CABLE COAXIAL	0	0	1
L	PUERTOS DAÑADOS O INHIBIDOS	17	17	33
M	EQUIPOS DE COMPUTO	15	0	5
N	TECLADOS	3	0	1
O	TARJETA DE RED	6	0	3
P	TARJETA DE EMULACION	0	0	0
Q	CURRENT LOOP	12	33	20
R	CONECTORES FALSOS CONTACTOS U OTROS	39	37	47
S	LINEA REVENTADA	5	5	5
T	CONFIGURAR EQUIPO	14	22	36
U	OTROS	33	19	25
V	DECSERVER	8	15	15
	TOTALES	226	214	253

Figura 8. Relación de Fallas por Tipo, de Agosto a Octubre de 2007



Grafica 2. *Fallas por Tipo Agosto a Octubre de 2007*

MES	FALLAS LAN	FALLAS WAN	DISPONIBILIDA.
NOVIEMBRE ´07	103	15	99.98%
DICIEMBRE ´07	110	6	99.99%
ENERO ´08	99	8	99.99%
FEBRERO ´08	80	7	99.99%
MARZO ´08	91	21	99.95%
ABRIL ´08	107	23	99.99%
MAYO ´08	95	15	99.99%
JUNIO ´08	76	17	99.97%

Figura 9. *Resumen de Fallas y Disponibilidad correspondiente al periodo Noviembre de 2007- Junio de 2008*

Vista lateral "MDF"

Vista frontal "MDF"

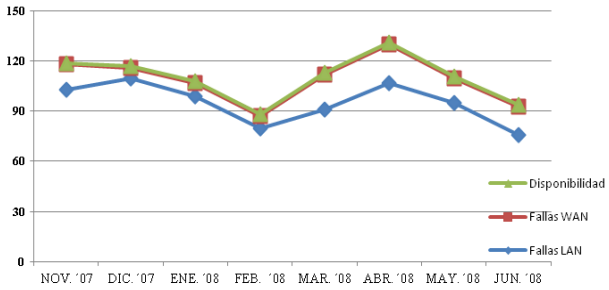
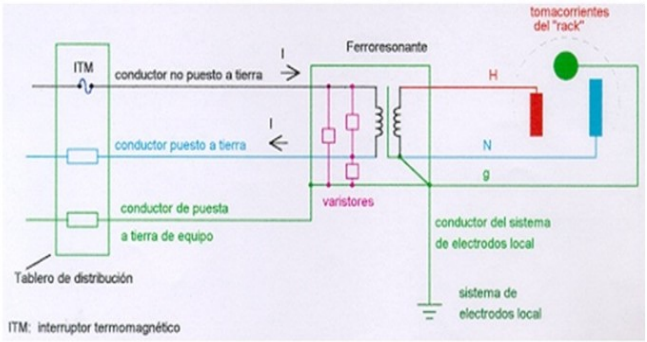


Grafico 3. *Fallas y Disponibilidad periodo Noviembre*



Conexión del panel de distribución, transformador ferrorresonanter y tomacorrientes del "Rack"

Comparando los resultados de ambos periodos en los aspectos de disponibilidad, fallas LAN y fallas WAN, podemos observar una mejora en la disponibilidad de la red en general, notándose una disminución de las fallas LAN y WAN durante el segundo periodo.

CONCLUSIONES

Los requisitos que se deben tomar en cuenta para iniciar la operación de una red de cobertura amplia son:

a. Revisar y auditar las instalaciones tanto eléctricas como de cableados de datos en toda la empresa para dimensionar los problemas que pudieran presentarse.

b. Realizar un inventario de equipos de computo y comunicaciones completo.

c. Extraer un reporte al detalle de la operación diaria en los últimos 90 días.

d. Obtener datos estadísticos de incidencia de fallas, equipos dañados, disponibilidad de la red y clasificación de fallas por tipo.

e. Implementar una estrategia general que nos permita prevenir, atender y corregir las fallas en todas y cada una de las áreas operativas.

f. Formar grupos efectivos de trabajo, con habilidades y experiencia práctica en redes de computadoras.

g. Realizar un análisis costo-beneficio del proyecto en estudio, considerando todos los factores que afectan la operación.

Se concluye que la empresa o institución que aplica mantenimientos preventivos, procedimientos de atención y corrección de fallas, mejora en los siguientes aspectos:

1. Aumenta la disponibilidad en la operación de la red
2. Disminuye la incidencia de fallas del tipo LAN.
3. Disminuye la incidencia de fallas del tipo WAN
4. Permite documentar adecuadamente la red.
5. Es más fácil realizar actualizaciones en la documentación
6. Disminuye el tiempo fuera de operación en las operaciones más importantes, y por tanto las perdidas en el negocio.
7. Proporciona seguridad y confianza a los dueños del negocio.
8. Se aplica ésta metodología a empresas grandes, ya que las herramientas de monitoreo en la actualidad poseen esa capacidad.
9. Para poder aumentar la disponibilidad en la operación de la red, es necesario identificar cada uno de los elementos de falla.
10. Aplicar el correcto mantenimiento preventivo en cada uno de los sites de comunicación, así como en el lugar del equipo de cómputo es decir con el usuario, a través de un programa adecuado.
11. Realizar una clasificación de fallas, es decir asignarles prioridades.
12. Identificar las áreas de mayor problemática y clasificarlas de acuerdo al impacto en el negocio.
13. Aplicar procedimientos generales de atención a fallas.
14. Aplicar procedimientos específicos para la corrección de fallas.
15. Realizar un estudio eléctrico y de cableados en cada una de las redes de Area Local involucradas, así como los medios de enlace a la red WAN.
16. Realizar los cambios en la topología de la red a fin de hacer más eficiente el rendimiento de la misma.
17. Crear equipos efectivos de trabajo, capacitarlos y realizar rotación oportuna de los ingenieros de servicio así como tener especialistas.

18. Utilizar herramientas de monitoreo: OpenView, Netwiew, Cisco blue Maps, Cisco Resource Manager, Cisco Works.

19. Revisar los estándares en los cableados estructurados, auditando periódicamente las instalaciones.

20. Revisar y auditar las instalaciones eléctricas que cumplan con las normas de calidad internacionales.

21. Instalar equipo de protección eléctrica es decir una unidad de suministro de voltaje ininterrumpible para contrarrestar la perdida o interrupción del suministro eléctrico; esto en cada uno de los sites de comunicación.

22. Realizar instalación de sistemas de tierra física adecuados al medio ambiente respectivo en cada uno de los sites de comunicación.

23. Verificar el medio ambiente en cada una de las instalaciones que forman parte de la red, esto es humedad, inducciones electromagnéticas, calor, radiación, variación de voltaje, cortos circuitos.

24. Contar con equipo de medición adecuado a necesidades y actualizado.

25. Mantener diariamente el cumplimiento de todos los factores mencionados.

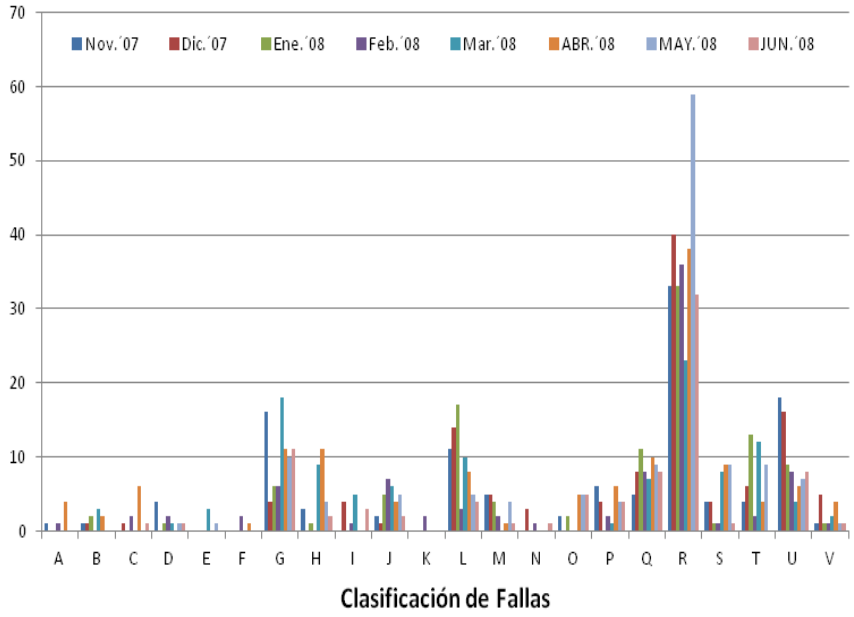
Como resultado se obtuvo que una vez que se trabaja organizadamente aplicando medidas preventivas para evitar fallas y se aplican procedimientos adecuados para la atención y corrección de las mismas, aumenta considerablemente la disponibilidad en la operación de la red y disminuye el número de incidentes o fallas tanto LAN como WAN de la red.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [Alanis, et. al., 1994] Alanis, Macedonio, et. al. "Elementos para un Programa Estrategico en Informatica" Instituto Nacional de Estadistica, Geografia e Informatica. Octubre de1994.
- [Anixter, 1997] www.anixter.com
- http://www.anixter.com/solution/cabling/x3108100.htm#wisc
- [Corning, 1993] Corning Incorporated "Just The Facts" Corning, New York. 1993
- [Englebert, et. al. 1996] Englebert, Jeff, et. al. "Optical Fiber and Cable for Telecomunications", Siecor, 1996
- [Hecht, 1987] Hecht, Jeff "Understanding Fiber Optics" Howard W. Sams & Company, Carmel, Indiana. 1987

	Clasificación de Fallas	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
A	SWITCH	1	0	0	1	0	4	0	0
B	RUTEADOR	1	1	2	0	3	2	0	0
C	HUB/MAU	0	1	0	2	0	6	0	1
D	MODEMS	4	0	1	2	1	0	1	1
E	Pares de la Red	0	0	0	0	3	0	1	0
F	Cable de unión de Red	0	0	0	2	0	1	0	0
G	Voltaje y Equipo Desconectado	16	4	6	6	18	11	10	11
H	Reiniciar Eq. De Comunicaciones	5	0	1	0	9	11	4	2
I	Par trenzado para Red	0	4	1	1	5	0	0	3
J	Cable dañado p/terminal	2	1	5	7	6	4	5	2
K	Cable Coaxial	0	0	0	2	0	0	0	0
L	Puertos Dañados o Inhibidos	11	14	17	3	10	8	5	4
M	Eq. de Computo	5	5	4	2	0	1	4	1
N	TECLADOS	0	3	0	1	0	0	0	1
O	Tarjeta de Red	2	0	2	0	0	5	5	5
P	Tarjeta de Emulación	6	4	0	2	1	6	4	4
Q	Current Loop	5	8	11	8	7	10	9	8
R	Conectores Falsos contactos	33	40	33	36	23	38	59	32
S	Línea Reventada	4	4	1	1	8	9	9	1
T	Config. Equipo	4	6	13	2	12	4	9	8
U	OTROS	18	16	9	8	4	6	7	8
V	DECSERVER	1	5	1	1	2	4	1	1
	TOTALES	**118**	**116**	**107**	**87**	**112**	**130**	**133**	**93**

Figura 10. *Relación de fallas por tipo de Noviembre de 2007 a Junio de 2008*

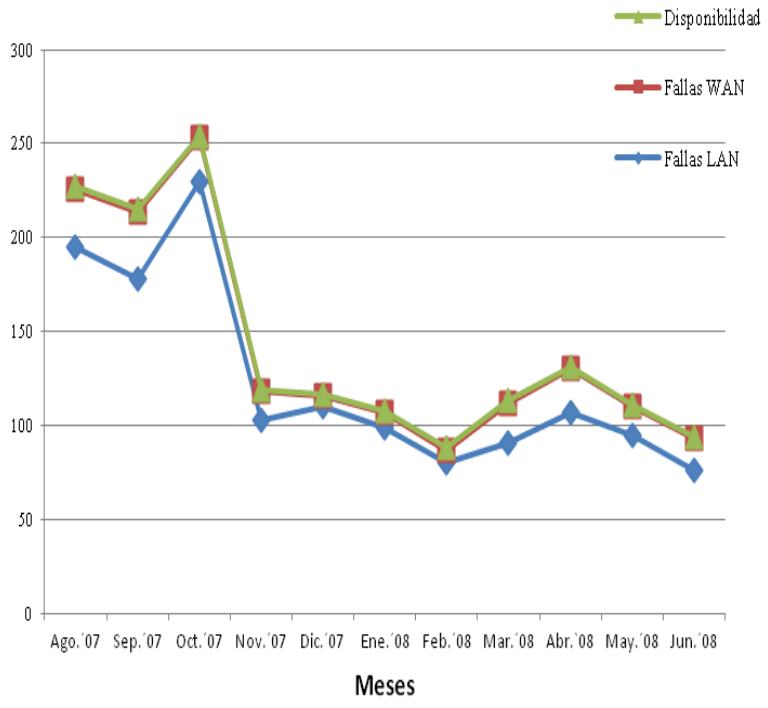


Grafica 4. *Fallas por tipo de Noviembre de 2007 a Junio de 2008*

- [Llamas, 1998] Llamas, Armando "Mediciones e Inspección de Alambrado y Puesta a Tierra en Departamentos que presentaba problemática
- En fallas", Monterrey, N. L. Abril de 1998
- [Llamas, 1998] Llamas, Armando "Alimentación y Puesta a Tierra de Los Racks" Monterrey, N. L. Mayo de 1998
- [Llamas, 1998] Llamas, Armando "Supresores de Sobrevoltajes Transitorios" Monterrey, N. L. Junio de 1998
- [Macias, 1993] Macias, Samuel "Seminario de Redes de Redes" Red Uno de Mexico. Marzo de 1994
- [Rodríguez, 1996] Rodriguez, Jorge E. "Introducción a las Redes de Area Local" Ed. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V. 1996
- [Siecor, 1994] www.siecor.com
- http://www.siecor.com/web/siecor.nsf/introfro?OpenForm
- [Stamper, 1994] Stamper, David "Business Data Communication" The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1994
- [Stoltz, 1994] Stoltz, Kevin "Todo Acerca de… Redes de Computación" Ed. en Español, 1995, Prentice-Hall-Hispanoamericana, S. A. Ed. en Ingles (original) 1994, by New Riders Publishing.
- [1] IEEE Std 1100-1992, Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment, ISBN: 1-55937-231-1.
- [2] IEEE C62.41-1991, IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits.
- [3] F.D. Martzloff, "Coordination of surge protectors in low-voltage AC power circuits," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-99, No. 1 Jan/Feb 1980, pp 129 - 133.
- [4] Allan Greenwood, "Electrical Transient in Power Systems, Second Edition, Wiley- Interscience," ISBN: 0-471-62058-0, TK/3226/.G73/1991.

MES	FALLAS LAN	FALLAS WAN	DISPONIBILIDAD
Ago.´07	195	31	99.98%
Sep.´07	178	36	99.98%
Oct.´07	230	23	99.90%
Nov.´07	103	15	99.98%
Dic.´07	110	6	99.99%
Ene.´08	99	8	99.99%
Feb.´08	80	7	99.99%
Mar.´08	91	21	99.95%
Abr.`08	107	23	99.99%
May.´08	95	15	99.99%
Jun.´08	76	17	99.97%

Figura 10. *Relación de fallas por tipo de Noviembre de 2007 a Junio de 2008*



Gráfica 5. *Gráfica de resultados de ambos periodos*