



Revista del Centro de Investigación

Universidad La Salle



Vol. 2 No. 7 Agosto de 1996

\$50.00

*Revista
del Centro de
Investigación*

Universidad La Salle





Facultad Mexicana de Medicina
Universidad La Salle

ARTE Y CULTURA

CUATRO HACIENDAS DE LA REGIÓN DEL NAZAS EL CASCO,
LA NAICHA, LA CONCEPCIÓN Y SAN ANTONIO DE PIEDRAS
III HISTORIA DE LA ASOCIACIÓN MARTÍNEZ NÚÑEZ HERMANOS..... 225
Francisco Durán y Martínez

DAR NOMBRE A LOS MARES.....237
Julio Cu Cortés

CIENCIAS DE LA SALUD

FACTORES DE RIESGO CORONARIO EN EJECUTIVOS
DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE.....243
Guadalupe Sofís Chavarín, Miriam Sánchez Arroyo,
Rodolfo Castaño Guerra, Angel Lerdo de Tejado Hay y
Carlos Cobo Abreu

PERSPECTIVAS DE LA FARMACIA DE HOSPITAL Y APLICACIONES
DE LA FARMACOECONOMÍA EN LA ADMINISTRACIÓN
DE MEDICAMENTOS.....249
Antonio Iñesta García

ECOLOGÍA

DESARROLLO SOSTENIBLE.....259
Rafael Angel Calderón Fournier

DIMENSIÓN POBLACIONAL EN LOS
PROBLEMAS AMBIENTALES.....265
Jorge Dehays Rocha

EDUCACIÓN

UN PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE LAS BASES DE UN SISTEMA
EXPERTO DE TIPO " SENTIDO COMÚN".....269
Esther Vargas

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN

Distribución y publicación del Centro de Investigación de la Universidad La Salle

DIRECCIÓN: Dra. Araceli Sánchez de Corral. **EDICIÓN Y ELABORACIÓN:** Q.F.B. José Antonio García y Luis José López

CORRECCIÓN Y ESTILO: Mtro. Francisco Durán y Martínez **CONSEJO EDITORIAL:** Dra. Araceli Sánchez de Corral,

I.Q. Ma. Concepción Fortes, Q.F.B. José Antonio García, Luis José López, Mtro Francisco Durán y Martínez,

M. en C. Esther Vargas y M. en C. Marco Antonio Jiménez **DISTRIBUCIÓN:** Lic. Irma Rodríguez Vega

DISEÑO GRÁFICO: Saracelly Gómez Ballesteros **FOTOGRAFÍA:** Gerardo Oynik **CORRESPONDENCIA :** Benjamín Franklin

No. 47, Col. Condesa, Deleg. Cuauhtémoc, México, D.F. 06140 Tel 728 05 22 Fax 272 27 10 Apdo. Postal 18969 y 18995.

E-mail: revista@sporcuisa.uisa.mx.

REFLEXIONES SOBRE PLANEACIÓN UNIVERSITARIA INSTITUCIONAL.....	281
Jorge Muñoz Batista	

INGENIERÍA

PROGRAMA DE NIVELACIONES PERIÓDICAS EN LA UNIDAD I DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE.....	291
Fernando Vera Badillo	

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED NEURONAL CELULAR EN UNA COMPUTADORA ÓPTICA.....	299
Eduardo Gómez Ramírez, Víctor Ramos Viterbo, Moisés Alencastre Miranda, Alejandro Flores Méndez y Agustín Sánchez de Tagle	

COMPORTAMIENTO CAÓTICO EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	305
Hugo G. González Hernández, Marcos Montiel Castellanos y Alejandro Corona Jouanen	

CONTROL ADAPTABLE BASADO EN EL ANÁLISIS DE PASIVIDAD PARA UN ROBOT MANIPULADOR RÍGIDO DE DOS GRADOS DE LIBERTAD.....	311
Ma. del Carmen Lule Capinteyro y Hugo G. González Hernández	

QUÍMICA

COMPARACIÓN DEL EFECTO FLOCULANTE DE LOS POLÍMEROS DERIVADOS DEL TETRAMETIL ETILÉN AMONIO Y DEL SULFATO DE ALUMINIO EN AGUAS RESIDUALES EN LA CABECERA MUNICIPAL DE HUIXQUILUCAN.....	321
Martha Mustre y Liliana Torres	

MODERNIZACIÓN DEL TREN DE INTERCAMBIO DE CALOR DE UNA PLANTA DE DESTILACIÓN COMBINADA POR MEDIO DE UNA TÉCNICA DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA.....	327
Daniel Salazar Sotelo, Marianela Cano Rangel e Iván Escamilla Bolaños	

Esta publicación tiene un tiraje de 1000 ejemplares y aparece semestralmente.
Impreso en Artes Gráficas Panorama, con domicilio en . Calle Avena No. 629 Col. Granjas México, C.P. 08400
Reservados todos los derechos por el Centro de Investigación de la Universidad La Salle. Reserva para el uso exclusivo
del título No. 001970/94, ante la Dirección General de Derechos de Autor, certificado de licitud de título No. 7960 y
certificado de licitud de contenido No. 5638.
ISSN: 1970-7960
Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los autores.
Los logotipos de la Universidad La Salle y del Centro de Investigación son marcas registradas ante Derecho de Autor.

CARTA EDITORIAL

En esta ocasión, la Revista del Centro de Investigación se complace en contar con la participación del expresidente de Costa Rica, el Dr. Rafael Angel Calderón Fournier, con una transcripción de su conferencia sobre *Desarrollo Sostenible*, que impartiera en las instalaciones de la Universidad La Salle, con motivo del Primer Congreso Interuniversitario. Es vital que sumemos esfuerzos para conservar el mundo que se nos ha legado en cuidado, por el bienestar propio y de las futuras generaciones. El desarrollo de nuestra comunidad tendrá que continuar, pero deberá hacerse en armonía con la naturaleza.

Asimismo, contamos con la valiosa colaboración del Dr. Antonio Iñesta García, que nos presenta un panorama general sobre las perspectivas de la farmacia hospitalaria y la farmacoeconomía. Hay que hacer notar que estas actividades no están del todo establecidas en nuestro país y que, inclusive, la figura del farmacéutico se ha ido perdiendo con el tiempo. Afortunadamente, en los últimos años, organizaciones como la Asociación Farmacéutica Mexicana, han redoblado esfuerzos por recuperar esta figura de los servicios de salud, de manera de mejorar este sector tan importante para nuestra sociedad. Hay que aclarar que en el medio farmacéutico de habla hispana, está bien establecido el término de *coste*, el cual se emplea en nuestro país como *costo*; dada la difusión internacional de nuestra revista, se decidió respetar el texto original.

Cabe mencionar también, la presentación de la última parte del rescate histórico realizado por el Mtro. Francisco Durán, con relación a cuatro haciendas del estado de Durango. En este artículo, se recrea el ambiente que se vivía en estas haciendas a principios de siglo. Las imágenes que nos vienen a la mente, al leer estas experiencias, no sólo nos deleitan, sino que, contrastan con algunos conceptos equivocados, sobre lo que realmente eran estas haciendas, para la gente que las trabajaba. La situación de lo que son actualmente estas tierras es diferente y la crisis la hace más difícil. Se tendrán que replantear nuevos esquemas para rescatar el fruto que de ellas se obtenía.

José A. García



CUATRO HACIENDAS DE LA REGIÓN DEL NAZAS
EL CASCO, LA NAICHA, LA CONCEPCIÓN Y SAN ANTONIO DE PIEDRAS
HISTORIA DE LA ASOCIACIÓN MARTÍNEZ NÚÑEZ HERMANOS

PARTE III
LA CULTURA DE LAS HACIENDAS Y LA VIDA FAMILIAR

Francisco Durán y Martínez
Centro de Investigación, Universidad La Salle

RESUMEN

Parte relevante de la historia es la vida de las familias en las haciendas. Se ha calificado al hacendado como al tirano de sus tierras. En mucho han contribuido la literatura y sobre todo el cine mexicano al darnos esa imagen del cacique “dueño de vidas y tierras”, de un hombre injusto, ambicioso, en donde sólo su voluntad se cumple. Sin embargo, la verdad fue otra, hubo gente trabajadora, honrada, justa, que se levantaba al amanecer a trabajar junto con su gente. El rescate de las costumbres de los dichos es tan o más importante que la economía, así como la forma de vida de toda esta sociedad, qué comían, cómo vestían, qué costumbres practicaban, qué devociones tenían. Hemos considerado a esta parte del rescate de la historia, como una esencia intangible, impalpable, nunca escrita y sin embargo, fundamental para el mejor entendimiento de la vida mexicana de finales del siglo XIX y principios del XX.

ABSTRACT

An essential part of the haciendas is the life of the families who lived there. The conception of the hacendado has been distorted by the movies and the literature, although the life of these people were not always so. There were some who worked as hard as their workers, and were fair and square. The goal of this part of the research is to recue the daily life of these people, what they ate, how they dressed, what were their believes; this part of the history is as important as the rest, and is a way to explain a better understanding of the mexican society during the last years of the 19th century and the early 20th century.

LA ARQUITECTURA DE LA HACIENDA

Entre los primeros datos que tenemos acerca de estas haciendas son los que nos proporciona Alonso De la Mota y Escobar, obispo de Guadalajara, cuando hizo una visita pastoral a toda la arquidiócesis que le correspondía:

“Veintidós leguas adelante [de las minas de Coneto] están las minas del Caxco, donde hay dos haciendas en que benefician los metales por azogue.”¹

No era una sola hacienda sino dos. Dato importante para esta investigación, ya que en el Libro Mayor de Cuentas se nos dice que se hicieron reparaciones de carpintería en el Casco viejo, por lo que dedujimos que se seguía conservando la otra casa, y en otra construcción se hizo la casa nueva. Imaginamos que las dos primeras construcciones no tuvieron la riqueza arquitectónica de las haciendas de los Condes del Valle de Súchil en Durango, o la de San Pedro del Álamo vecinos de la de El Casco. Deben de haber sido casas muy rudimentarias con lo esencial para su habitación, cocina, bodega, corrales. Las casas eran del corte español tradicional: patio en el medio, rodeado por una arcada que distribuía los cuartos alrededor, y opuesto al zaguán, cruzando el

¹ De la Mota y Escobar, Alonso, *Descripción geográfica de los Reinos de Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León*, p. 198.



patio, el comedor; junto, la cocina, atrás el tras patio, el corral y la huerta. En el patio se tenían sembradas plantas y árboles para que refrescaran del calor intenso de toda la zona. La gente salía a los corredores a "tomar el fresco de la tarde", a tejer, a leer y a platicar. Era donde las señoras rezaban su rosario caminando alrededor de los pasillos, desde donde se vigilaba a los niños. En fin, la vida de los corredores de la casa era para la familia uno de los puntos de reunión más importantes. Las construcciones eran de tres, cuatro y hasta cinco metros de altura, con techos de vigas rematados en algunos casos con zapatas. La cocina contaba con fogón y horno, aunque generalmente en el patio de atrás se tenía un horno de leña para pan. En la huerta generalmente se sembraban perones, cítricos, manzanos, duraznos y nísperos, que eran característicos de la región. En la huerta de El Casco, en 1910, se compraron chícharos y garbanzos para sembrar y la cosecha de ese año produjo un total de fruta equivalente a \$203.05.² El corral contaba con gallinero y porqueriza. A la vera de la entrada de la hacienda se encontraba el despacho del patrón y una entrada en donde se hallaba la tienda de raya.

Todo el mobiliario era traído de las ciudades más cercanas, en este caso las de la Laguna. En muchos casos estos muebles se traían de San Antonio, Texas, en donde se fabricaban, aunque también se importaban las famosas sillas austriacas de Europa. Las recámaras estaban distribuidas una tras otra, y en ellas había lo indispensable: la cama de madera, de latón o de hierro fundido; un buró, un chifonier, un tocador, un ropero, un mueble para el aguamanil, en donde se colocaba una pequeña toalla y un jabón, y debajo de la cama la porcelana, para las emisiones nocturnas.

En muchas haciendas los servicios sanitarios se encontraban en habitaciones cercanas al chiquero, con retretes de madera. Estos sanitarios eran comunitarios, había dos o tres retretes juntos, y era costumbre entre las señoras ir al baño a fumarse un pitillo de hoja y a charlar un rato antes de la siesta o después de la misma. Respecto de la arquitectura de la hacienda, Águeda Jiménez Pelayo nos cita:

² Libro Mayor de Cuentas. f. 147.

"De aquí en adelante [1700] cuenta ya con capilla, casa grande, con sala, aposentos, cocina y otras habitaciones pegadas a la casa, como son un horno y patio grande. Otras habitaciones separadas de la casa servían de hato y jarcia para la recua, caballeriza con pesebre y pajar, el harinal era una habitación de terrado y tenía además trojes y cuartos que servían para el obraje y la fragua. Alrededor de algunas haciendas se encontraban los jacales. Las huertas fueron comunes en la región, principalmente en Jerez. Las más importantes tenían molino y maquilaban el trigo de las haciendas vecinas, en otras se construyeron presas."³

En otro inventario que se elaboró para la hacienda de Patos, que es una de las haciendas de Coahuila que pertenecieron a los Marqueses de Aguayo, se cita:

"El inventario enumera como bienes raíces en Patos, además de la casa grande con sus viñas y huertas, la capilla, y los edificios para la trasquila, la matanza, la jabonería, el obraje 'con su galera en que hilaban las mujeres', la tenería, el batán, el molino, varias trojes y galeras y la tienda de raya. En la hacienda de Parras, dedicada a la viticultura y la producción de granos, además de las valiosas viñas que rodeaban las dos casas grandes, se enumera la fábrica de aguardiente y las oficinas, el rastro, varias trojes y un molino de trigo."⁴

Las haciendas estaban construidas con adobe y sus muros eran de más de un metro de ancho. La arquitectura de El Casco, edificada a fines del siglo XVI y la segunda hacienda en el siglo XVII, era muy sencilla, sin ornamentos exteriores ni interiores; los marcos de las puertas y las ventanas eran de cantera con las esquinas redondeadas. El patio constaba de arcos de medio punto, sin mayor ornato. Las paredes estaban encaladas y a veces tenían guardapolvos pintados, pero en la mayoría de los casos sólo se encontraban encaladas. La hacienda de la Concepción, siglo XVII-XVIII, era más grande, con ventanas con ornamento

³ Águeda Jiménez Pelayo, "La hacienda zacatecana colonial, su origen y desarrollo". En *Origen y evolución de la hacienda*. p. 55.

⁴ Vargas-Lobsinger, *Formación y decadencia de una fortuna*, p.69.



en plata blanda, reconstruidas a principios de este siglo. La capilla era posiblemente de fines del siglo XVII con una portada de dos columnas que sostenían un frontón triangular abierto, sobre el que remataba un pináculo. La puerta constaba de arco trilobulado y la torre grande, construida a fines del siglo XIX⁵, de forma cuadrada con dos arcos semiojivales en cada lado y un techo piramidal. La campana se compró a Jorge Bühring y costó \$15.00. Además se adquirieron ornamentos para la iglesia por valor de \$1,042.17.⁶

La iglesia era muy simple: un altar neoclásico de cantera con un cuadro de la Purísima Concepción, probablemente pintado en San Pedro del Gallo, lugar en donde había una escuela de pintura popular que nutría con sus obras a muchas de las haciendas y casas de Lerdo, Gómez Palacio e incluso de la misma ciudad de Durango. En la pared del ábside bordeando al altar unas columnas pintadas y junto a las vigas una ornamentación de estarcido en forma de follaje. Un barandal de madera separaba el altar del resto de la construcción. Alrededor, un viacrucis y un confesionario de madera. Del techo de la capilla una lámpara en forma de lintemilla. La casa de la Concepción era más grande que la de El Casco y tenía en la parte superior una cenefa de cantera con una ornamentación muy sencilla de donde salían los botaguas. La distribución debe de haber sido idéntica a la hacienda de El Casco. Alrededor de las casas grandes estaban las de los peones y sus familias, construidas con los mismos materiales pero constaban únicamente de dos cuartos. Uno para la cocina y otro para la recámara.

En El Casco había también una capilla, posiblemente del siglo XVII, de la que desconocemos su arquitectura; de ella se salvaron del incendio una pintura de Nuestra Señora del Rayo y una imagen de la Guadalupana. La primera era una advocación heredada por los jesuitas cuando evangelizaron aquella parte del territorio, y que seguramente fue dejada en la iglesia, y la segunda siguió el mismo camino. Estas obras tienen las

⁵ Agradezco al Arq. Pedro Irigoyen su ayuda en la indentificación de los elementos arquitectónicos de la hacienda y capilla de la Concepción.

⁶ Libro Mayor de Cuentas, f.23.

características de la pintura del siglo XVIII: imágenes populares rodeadas por ornamentos florales, generalmente rosas. La Escuela de San Pedro del Gallo fue una herencia de la Compañía de Jesús en aquella zona, que siguió produciendo exvotos y pinturas populares hasta muy avanzado el siglo XX, y que terminó cuando la industrialización de la imágenes religiosas, en estampas y litografías, saturó el mercado. El triste final de estos edificios es el mismo que sufrieron muchos durante la revolución; la hacienda de El Casco, la de La Naicha y Piedras fueron quemadas con la entrada de las fuerzas villistas. La Concepción, milagrosamente, se salvó de la destrucción. De la hacienda de La Naicha no se consiguieron fotografías pero debió haber sido inferior en construcción a las anteriores ya que Don Ignacio Martínez Núñez estaba construyendo la casa nueva en la Hacienda de San Antonio de Piedras cuando la revolución irrumpió y la construcción quedó inconclusa.

**LA VIDA FAMILIAR:
CAMERINO MARTÍNEZ Y ROSA ARELLANO.
Los Martínez del Casco**

*"Que alegre y fresca la mañana,
me agarra el aire por la nariz,
los perros ladran, los niños gritan,
y una muchacha gorda y bonita
sobre una piedra muele el maíz"*

Verso Popular

En la Carpeta 4 del archivo de Camerino Martínez Núñez aparece una pequeña hojita del 30 de octubre de 1889, en donde se solicita la dispensa para publicar el matrimonio de Camerino Martínez Núñez con Rosa Arellano⁷. Camerino había nacido en 1863, era hijo de Don Cleofas Martínez y Doña Juana Núñez originario de la hacienda de la Concepción, Municipio de Indé; y Rosa Arellano, vio su primera luz en 1870, era hija de Francisco Arellano Mariscal y Victoriana Martínez, natural del Estado de Sinaloa pero registrada en la hacienda de Ramos. La mamá de Doña Rosa murió muy joven y fue criada por su tía Mónica Martínez, quien era conocida como Tita, la que se encargaba de todos los asuntos de la casa, y al contraer matrimonio con Camerino se fue a

⁷ ACMN. Carp 4, f. 1.



vivir con ellos. Los hermanos de Doña Victoriana eran Mónica, Felipa, Domingo, Refugio y Jesús. Posiblemente estuvieran emparentados con la familia de Don Cleofas. Sin embargo, sólo suponemos esto, aunque era muy común en aquella época y en aquella zona de la República el que se casaran entre parientes, al calor de aquel dicho que aún sigue sonando: "¿Cómo es posible que te cases con alguien que no es de tu familia?" En fin, el caso es que para 1889 ya habían contraído matrimonio Don Camerino y Doña Rosa. Tuvieron quince hijos pero sólo sobrevivieron diez, de los cuales nueve nacieron en la hacienda y una fue concebida en Monterrey y nacida en la ciudad de México.⁸ Las hijas mayores fueron: Aurora, Juana, Otila, y Rosa luego le seguían Consuelo, Cleofas, Ángel, Victoria, y Dolores, y por último María Teresa, quien ya nació en la ciudad de México, cuando habían salido de las haciendas. La familia Martínez Arellano radicaba en El Casco. Ahí tenían todo lo que se esperaba tuvieran las familias de aquel entonces: maestros que iban a la hacienda, de ahí que en el Libro Mayor de Cuentas aparezcan los pedidos de gis; recibieron clases de piano y de pintura. La maestra que les daba pintura era Luisa Arrieta, de origen español, que vivía con ellos y les enseñó, sobre todo a las mayores, las técnicas del óleo, con pinceles de marta, y con pinturas *Windsor & Newton*.

Ahí aprendieron todas las labores de la casa. Tita, muy temprano, ordenaba la comida de todo el día: desde el desayuno hasta la cena, pasando por el rancho que se les enviaba a los peones y vaqueros. Pero ahí todo mundo sabía hacer de todo, no obstante la cantidad de gente para el servicio que tenían y que queda explicitado en el Libro Mayor. El lema: *Todo se aprovecha y nada se desperdicia* era, más que una sentencia, el onceavo mandamiento de *La Biblia*. El día comenzaba a las 4 ó 5 de la mañana calentando el fogón de la cocina y prendiendo el horno. Se les daba su desayuno a los que salían al campo y se limpiaban las jaulas de los pájaros. Se alimentaba a las gallinas. Se ordeñaba a las vacas, se echaba alimento a los animales. Los mugidos de las vacas y los balidos de las ovejas anunciaban su

salida al campo. El desayuno debe de haber sido café tostado y molido en casa, leche, huevos, chorizo, y frijoles con tortillas de harina. Madrugar era costumbre. Todos a la mesa, desde el jefe de familia hasta el más pequeño. Desayuno para 12 ó 15 si incluimos al tío Alejo y a la maestra de pintura, y si estaba el Lic. Fidel Sapién, Carmelita Balda, su esposa y familia, eran 20 ó 25 personas. Ahí no había mesas chicas. Después comenzaban las labores del hogar. Limpieza, organización del día, aseo de los corrales, del gallinero, del chiquero. Esperar a Zeferino Cigarroa, el responsable de hacer los encargos a Torreón o Lerdo, para darle la lista de pendientes, tanto del hogar como de la hacienda. Se molía el maíz desde muy temprano para echar muchas tortillas tanto para la gente de la casa como para el rancho de los vaqueros y pastores. Si se hacía caldillo se comenzaban a asar los chiles verdes, o si había carne de puerco en chile colorado se ponían a remojar los chiles secos. Si hacían cabrito en fronterizo, se sacrificaba al animal desde muy temprano para desangrarlo y destazarlo. La sangre del animal se aprovechaba para preparar el mismo guisado. Si era temporada, se ponían a remojar las habas para hacer un caldo, o las lentejas; si se hacía puchero se buscaba un buen perón para introducirlo en el caldo junto con la verdura fresca y la carne de la res sacrificada ese día. Si se había sacrificado una vaca se utilizaba la ubre para hacerla empanizada, y las vísceras para preparar otros guisos. Don Camerino y Aurora, la mayor de sus hijas, salían muy temprano para supervisar los riegos, las cercas y las necesidades de la hacienda: trilla, molino, matanza, la bomba de agua, -que era novedad en aquel entonces y que generalmente funcionaban un rato y se descomponía-. Posteriormente regresaban a la casa grande en donde se atendían los negocios de la Asociación, las ventas, la mortandad del ganado, la contabilidad, que Aurora y el bueno y paciente contador, Cándido Delgado, llevaban. Elaborar los cheques y pagos que se iba a llevar Zeferino Cigarroa a Lerdo y a Torreón, ver las reparaciones de las casas, las trojes, las caballerizas, los corrales. Atender, entre otras cosas, la producción de la Mina de Guadalupe en el sitio conocido como Puerto de Huertas, y que había adquirido a Francisco Silveyra, quien vendió acciones de la mina que producía plomo y plata. Fidel Sapién accionista

⁸ Datos proporcionados por el Sr. Zeferino Ferreira, nieto de María Teresa Martínez. El 4 de agosto de 1995.



mayoritario metió a su cliente, Camerino, como accionista minoritario.⁹

Posteriormente, darle una vuelta al tío Alejo, para ver cómo había amanecido, y si no avisarle al Dr. Lawrence, quien radicaba en Mapimí, que se necesitaba su presencia. En la casa, los niños recibían sus lecciones: Escritura, Lectura, Geografía, Historia y Aritmética. Más tarde, únicamente las niñas tomarían las clases de pintura con los libros y patrones alemanes que les traían de Durango o de Lerdo. Flores y paisajes eran los temas favoritos, atardeceres copiados del libro de estampas que tenía la maestra. A las once de la mañana se enviaban los ranchos a la gente que andaba en el campo, y a la una de la tarde en punto nuevamente se sentaban a la mesa para comer. El menú debió de haber consistido en un caldo de pollo, o habas o puchero con perón, arroz, ejotes con huevo o habas frescas con jitomate y cebolla, carne de res o de puerco, caldillo norteño, o menudo con chile colorado, limón, orégano y cebolla picada, ubre empanizada, todo esto servido, como en el norte, con una taza de café. De postre guayabate o membrillate con asadero recién hecho, una capirotada de coco y piñón, o las conservas de durazno o higos. Seguía la siesta o la charla en los pasillos de la casa, en donde los niños corrían y jugaban. A las tres de la tarde comenzaba la lección de piano para las niñas, en donde hacían los interminables ejercicios de escalas de *Beyer*: Do, mi, fa, sol, la, Re, fa, sol, la, si, etc... para rematar con alguna piecicita de Schuman, o algún vals del maestro Alberto M. Alvarado. Para las señoras era la hora del bordado, español, el pasado, frivolité, deshilado, punto de cruz, o tejido. Se quitaban un cabello con el que bordaban los pañuelos de Don Camerino, generalmente sus iniciales *CMN*, o algún motivo que viniera en la revista *La Moda* que adquirían en La Suiza; ahí mismo, en la revista, venían historias por entregas que se leerían más tarde, después de la merienda, y se daban consejos para el hogar, se rememoraba al novelesco Alfonso XII y a su dulce Mercedes, noticias de Alfonso XIII, rey de España, y los últimos acontecimientos de la Herzegovina. Se sacaban muestras de las puntadas que venían en la revista, para,

posteriormente, bordar los manteles de la casa y o de la Iglesia, tejer las colchas de hilaza, los almohadones de las camas, cuellos para las blusas de las niñas, y patrones para los vestidos que marcaba la moda. También se hacían roponcitos para el Niño Dios, o capitas bordadas para la "Sentada del Niño", el dos de febrero cuando lo vestían con la advocación de Atocha. Los abanicos sonaban al compás de las mecedoras del pasillo. En la tarde, mientras esperaban la llegada de aquéllos que andaban en el campo, se iban a la cocina para preparar las mermeladas y los huesos de los duraznos se cocían y recocían para las jaleas. En verano, cuando las mayores, que se encontraban internas en Lerdo, regresaban a la hacienda, ayudaban a embotellar y sellar el vino que les llegaba en barricas desde Francia.¹⁰ También era la hora de preparar los tomachiles en frascos con agua, vinagre, orégano, cebolla y zanahoria. Se molía la carne de puerco, bien triturada, para preparar con el chile colorado el chorizo que se vaciaría en las tripas muy bien lavadas para evitar que se descompusieran, y luego colgar el embutido en lo alto para quitarle la tentación a los perros que siempre husmeaban donde había comida. Se hacían jamoncillos con nuez o piñones, dulces de almendra en forma de frutillas, de pescados, decorados con tintes vegetales. La fruta se secaba para obtener orejones de manzana y durazno, higos secos y fruta cristalizada. Las cáscaras de naranja se secaban y luego de ellas se hacían cueritos con azúcar. Las peras se prensaban. Se hacían rosquillas, también de almendra, y unas galletitas, como polvorones, que se llamaban: "pedos de monja", ¿olerían a santidad? A la leche se le echaba la cuajada para hacer el asadero y en caliente se batía con una cuchara grande hasta que comenzaba a hacer hebras. El lácteo se descremaba en unas tinajas de granito, para después de ahí sacar la crema para la mantequilla. Se obtenía también requesón y queso fresco. Se ponía a secar la carne para la machaca que llevarían los que salían en viajes largos de vaquería y rodeo. Se preparaba con la harina la inmensa bola de masa para elaborar las tortillas de harina para la cena, y que debía ser una pila bastante considerable a juzgar por la cantidad de gente que ahí se alimentaba. Al atardecer se sentaba

⁹ ACMN, Carp 1, Doc. 2, 2f. 18 VII 1905. Venta de la 24a. parte de la Mina de Guadalupe.

¹⁰ Información proporcionada por el Lic. Jorge M. Rangel el 22 de septiembre de 1995.



Fotografía 1. La familia de Camerino Martínez Núñez.



Fotografía 2. Concepción Martínez Núñez.



Fotografía 3. Jesús Martínez Núñez.



Fotografía 4. La Hacienda de La Concepción.



Fotografía 5. Fachada de El Casco.



Don Camerino en el porche de la casa a esperar a que llegaran todos y cada uno de los vaqueros, para que le informaran de lo sucedido durante el día.¹¹ En muchas haciendas se rezaba el rosario antes de la merienda y en otras después. Se merendaba temprano, un atole o un café con leche, tortillas de harina y unos frijoles con chorizo y un tomachile ahogado para darle sabor. A los enfermos del estómago se les daba una infusión de tila, yerbabuena o prodigiosa (ruda). Los cigarros que se fumaban eran de tabaco en hoja de maíz o papel de arroz, que cada quien se preparaba. El cuero se aprovechaba no sólo para la venta a los curtidores sino después para fabricar suelas de zapatos y forros para libros. El respeto por el agua era total: uno debía enjabonarse primero y luego verter el agua sobre las manos, y de una sola vez se limpiaba el jabón. Los baños diarios eran de esponja y se daban en una tinaja y un pichel. Hablamos de una cultura en la cual todo se reciclaba. A las camisas se les volteaba el cuello y los puños y cuando ya estaban muy usadas, se utilizaba la parte central para hacer pañuelos o trapitos para el aseo. Había trapitos para limpiar la superficie de los muebles y otros para limpiar las patas de los mismos, trapitos para los espejos, para la porcelana etc. El orden en la casa se regía por el dicho: "Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar"¹². Las cajoneras debían contener un tipo de prenda en cada uno de los cajones, por eso gustaban de los muebles llamados semanarios, que consistían de siete cajones para las mudas de cada uno de los días de la semana. Los calcetines, que eran tejidos con algodón o lana, no se "hacían bola", sino se doblaban para que el resorte no perdiera su resistencia. El orden en los roperos era absoluto, lo mismo que el de los arcones de cedro rojo en donde se guardaba la ropa de cama y la mantelería; si el cedro comenzaba a perder su aroma, se le daba una lijada para que lo recuperara y se evitara la polilla. En las cajoneras o en los roperos se colocaban sachetes de corteza de pino, de azahar y pimienta, para los varones, y de azahar, anís y eucalipto para las damas. Toda la ropa debía llevar las iniciales de su dueño, ya que era tanta la gente que luego no se sabía de quién era qué prenda. Toda esta

cultura del cuidado de las cosas ahora nos parece extrema.

¿Quién remienda unos calcetines? Ahora se tiran en la basura y se compran nuevos en el supermercado más cercano, sin embargo, si tenemos conciencia de que en 1910 no había tiendas a la vuelta de la esquina, y de que estaban en una hacienda en medio de la nada, suponemos que todo tenía que conservarse y preservarse para que su duración se extendiera lo más posible. Los cubiertos se limpiaban hirviéndolos en alumbre o se pulían con ceniza y un corchito. Las ceras para abrillantar los muebles se obtenían con trementina y cera de abeja; para cuidar los productos de cuero se preparaba el jabón de calabaza, y la cristalería se limpiaba con vinagre y agua. Todo lo que se necesitara en la hacienda se obtenía de lo que se tenía a la mano. Nada se podía desperdiciar porque no era fácil volver a suplirlo; por eso, si vemos las cuentas de Zeferino Cigarroa que cobraba fletes y fletes, se explica el por qué de ello. A las velas se les tenían que recortar los pabilos, lo mismo a los quinqués de querosene, para que no ahumaran y duraran más. La educación de los hijos estaba encaminada a cuidar los recursos de la hacienda. Las niñas sabían montar tanto en albardón como en silla charra. Ángel y Cleofas, siendo aún muy niños, no pudieron aprender el arte de la charrería, que seguramente les iba a tocar saber, tanto el rayar un caballo como lazar una res o florear la reata. En la hacienda había un cuarto que se llamaba "De las sillas de montar", porque cada quien tenía su silla y cada quién debía saber ponerle la montura al animal. Pero esto no quería decir que la educación que recibían fuera la de Juana Gallo o la de Guadalupe La Chinaca. No, la educación que recibían era estricta; el Carreño, no sólo lo leían sino que lo practicaban. Ellas no podían recargar la espalda en la silla, y tenían que sentarse rectas como una estaca. Era muy mal visto que una mujer cruzara las piernas; los hombres podían hacerlo pero sobreponiendo una pierna sobre la otra. Las maneras en la mesa eran impecables y tenían los cubiertos adecuados para los alimentos, aunque sencillos, que comían. El maquillaje era cosa prohibida para ellas, pues, se consideraba una costumbre de las cómicas de teatro. En la casa de Lerdo reservaban un día para recibir a sus conocidos, y los domingos, después de misa, paseaban por la plaza principal para escuchar la serenata. Cuando viajaban a Lerdo llevaban todo;

¹¹ *Ibid.*

¹² Información proporcionada por el Dr. Carlos R. Rangel el 8 de agosto de 1995



enseres de la casa, ropa de cama, ropa de estar, ropa de recibir, vestidos para los bailes, a los que iban con dos o tres pares de zapatos que estaban hechos con la misma tela del vestido, y deben de haberlos bailado tanto que se les gastaban. Además, llevaban la servidumbre que iba a atenderlos en Lerdo: cocinera, recamarera, muchachas del servicio, mozos. En la hacienda las hijas mayores de Don Camerino impartían doctrina a los hijos de la gente de la casa, obviamente con la famosa Doctrina del Padre Ripalda. Naturalmente rezaban el rosario al atardecer y el Angelus cuando caía el sol, es decir a eso de las seis o siete de la tarde. Sus deberes con la iglesia los cumplían cuando iban a Lerdo, llevaban el diezmo que daban ya bien en especie o en efectivo a la parroquia que les tocaba. En el viaje anual a Lerdo iban custodiados por una tropa pagada por la familia, para protegerlos de los asaltantes de caminos y de algún posible ataque de los apaches. La vigilancia de los caminos que hacían los federales o los rurales sólo se efectuaba en los caminos reales. Para este viaje llevaban también pabellones, en donde, si les pescaba la noche, podían montar una especie de tienda de campaña para dormir. Esto nos recuerda un poco la obra de Lampedusa, *El Gatopardo*, cuando se describe el traslado de la familia Di Salina al palacio de Donna Fugata, y eran recibidos por todo el pueblo; llegando polvosos al *Te Deum* que les tenían preparado como recepción, y entraban al templo entre los acordes de un desafinado órgano, que entonaba el "Ámame Alfredo" de Verdi.

Después de la cena se reunían en la sala de la casa para oír las historias del día, comentar los problemas de la sequía, la mortandad del ganado, el abijeo, sobre algún coyote que andaba matando a los borregos, historias de aparecidos en el socavón de la mina, la casa vieja, o en las trojes, de las luces que ahí se veían brillar,¹³ o leer *Las desencantadas* de Pierre Loti o las crónicas de viaje a oriente del mismo, o alguna obra de Juan de Dios Peza, Altamirano, Gutiérrez Nájera u otro autor nacional. Se tocaba el piano, la guitarra y la mandolina, se cantaban los aires nacionales,

¹³ Información proporcionada por Doña Dolores Martínez Vda. de Chapa, última de las hijas de Don Camerino Martínez, el 11 de septiembre de 1995.

locales, o las canciones jocosas como "El muerto murió", "El coyote y la coyota", "El pájaro y el chanate" y otras. La familia Martínez Arellano tenía día completo, bajo la supervisión de Don Camerino y Doña Rosa. Todo el clan mantenía una actividad exhaustiva, de ahí se nos viene abajo aquella imagen de los porfiristas ociosos viviendo a costa del trabajo de sus peones. Evidentemente, el hecho de mantener una escuela para la hacienda y el cuidado tan acucioso de los recursos, nos indica que eran gente de bien, de trabajo y que valoraban el costo y aprovechamiento de las cosas. La bondad de Don Camerino lo salvó del paredón cuando el villista Tomás Urbina lo tomó preso, y un peón de la hacienda abogó por el patrón y su familia, y se les permitió salir de Torreón con pocas pertenencias.

JESÚS Y CONCEPCIÓN MARTÍNEZ NÚÑEZ

*"Un mozo va por un sendero
con herramientas y su morral,
otro con chancas y sin sombrero
busca una vaca con su ternero
para ordeñarla junto al corral"*

Verso Popular

La hacienda de La Concepción, llamada antes de La Trascuila, había sido la casa de la familia y ahí vivían los dos solteros: Jesús y Concepción. Jesús había nacido en 1857, en la hacienda de San Francisco y era quien veía por los intereses de la Asociación en aquella parte del Estado, y Camerino en San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero. Austeros y severos como todos los Martínez, Jesús y Concepción "evaban una vida monástica en su hacienda. Concepción tenía debilidad por las aves canoras, como lo demuestran los 60 kilogramos de alpiste cuya compra aparece consignada en el Libro Mayor de Cuentas y la contratación de un pajarero.¹⁴ Pensamos que la cantidad de pájaros que tenía era verdaderamente una colección completa. Debió de tener jilgueros, calandrias, zenzontles, muy apreciados por su trino, y quizá canarios. La vida de la Concepción transcurría de igual manera que la de El Casco, desde la madrugada hasta que se ponía el sol. Concepción debió de haber sido una mujer piadosa y dedicada a las labores del

¹⁴ Libro Mayor de cuentas. f. 51.



hogar y de la iglesia. Jesús, hacía préstamos a Tita y a sus sobrinos; al menos eso se deduce de los testimonios de la contabilidad en que aparecen donaciones de dinero: una "a la Señorita Mónica Martínez, \$49.00"¹⁵ y otra: "Caja, efectivo a la Señorita Aurora Martínez, \$30.00"¹⁶ Además, el hecho de que hubiera dejado toda su herencia a las hijas de Camerino¹⁷ nos muestra el cariño que tuvo por ellos y por Aurora en especial, ya que fue nombrada albacea de su testamento. Jesús, como Gerente General de la Asociación, veía no sólo por los intereses de su hacienda sino por los de todos. Debió de haber sido un tío cariñoso y bonachón. El mayor de los hermanos, el patriarca de toda la familia, y el que heredara la autoridad que les dejara Don Cleofas después de su muerte. Jesús hacía también su viaje a Lerdo, y ahí se compraba trajes para el campo y de vestir; cumplía a Concepción todos sus encargos y quizá se echaba su "canita al aire". La limpieza de las norias de Los Milagros, de Santa Clara, el arreglo de los jagüeyes, le daban cierta variedad a la actividad de la hacienda. Es decir, había más agua y por ende más regadíos.

Muestra de su buen corazón eran los regalos que daba a Zeferino Cigarroa, a quien le obsequió vestidos para sus niñas.¹⁸ Un hombre chapado a la antigua, honrado y honesto. Esto también se ve, al igual que Camerino en la ayuda constante que le prestaron a Ignacio, mandándole trigo, maíz, lana etc., en la segunda época de la Asociación, cuando Ignacio estaba muy mal económicamente.

De Concepción es de quien menos sabemos; ignoramos cuándo nació y sabemos que fue la que sobrevivió a todos los hermanos. Siguió a Jesús toda su vida; en la hacienda, en Lerdo y luego en Durango, y cuando éste murió se trasladó a la ciudad de México con un ahijado: Enrique Morales, con

quien vivió hasta su muerte, y de quien decían era hijo natural de Jesús.¹⁹

IGNACIO MARTÍNEZ NÚÑEZ Y PAZ PEDROZA

*"Y la patrona bate que bate
me regocija con la ilusión
de una gran taza de chocolate
que ha de pasarme por el gznate
con las tostadas y el requesón"*

Verso Popular

El más chico de la familia fue Ignacio. Casó con Paz Pedroza y vivió en La Naicha, la más pequeña de las haciendas que les heredara Don Cleofas. Paz Pedroza Ortiz era hija de Francisco C. Pedroza Güitrón y de Doña Paz Ortiz de Pedroza. Don Francisco era originario de Ojuelos, Jalisco y Doña Paz de Matancillas. Muy jóvenes se trasladaron a la Compañía Minera de Peñoles, en donde Don Francisco era administrador. Tuvieron cinco hijos: Paz, José, Dolores, Beatriz y Hermelinda. Don Francisco murió muy joven y Paz, la mayor de las hijas, que se había casado ya con Ignacio Martínez, se llevó a vivir a toda la familia con ellos.²⁰ A su vez Paz e Ignacio tuvieron seis hijos: Amalia, Rodolfo, Concepción, María Luisa, Guadalupe y Magdalena.

Nadina Martínez, hija de Rodolfo, cuenta de su abuela que se casó en Peñoles en 1901 y "que sus donas fueron traídas de París y la boda fue de esas que hacen historia. Su vida de casados la pasaron en la hacienda del Casco y estaban ya amueblando la casa de Piedras cuando comenzó la revolución."²¹

Aquí debe de tratarse de la Naicha y no del Casco como cita la autora, aunque estaban por cambiarse a San Antonio de Piedras. Don Ignacio era un padre muy cariñoso, cuenta Amalia, la mayor de sus hijas; siempre les llevaba una taza de té a la cama y luego las

¹⁵ *Ibid.* f. 43.

¹⁶ *Ibid.* f. 47.

¹⁷ ACMN, Carp.3 ff., Juicio testamentario del Sr. Jesús Martínez Núñez. 23 III, 1927.

¹⁸ Libro Mayor de cuentas. f. 43.

¹⁹ Datos proporcionados por Doña Dolores Martínez Vda. de Chapa el 11 de septiembre de 1995.

²⁰ Nadina Martínez de Garza, *Cuatro hermanas, su ejemplo y su creación*, p. 32.

²¹ *Ibid.*

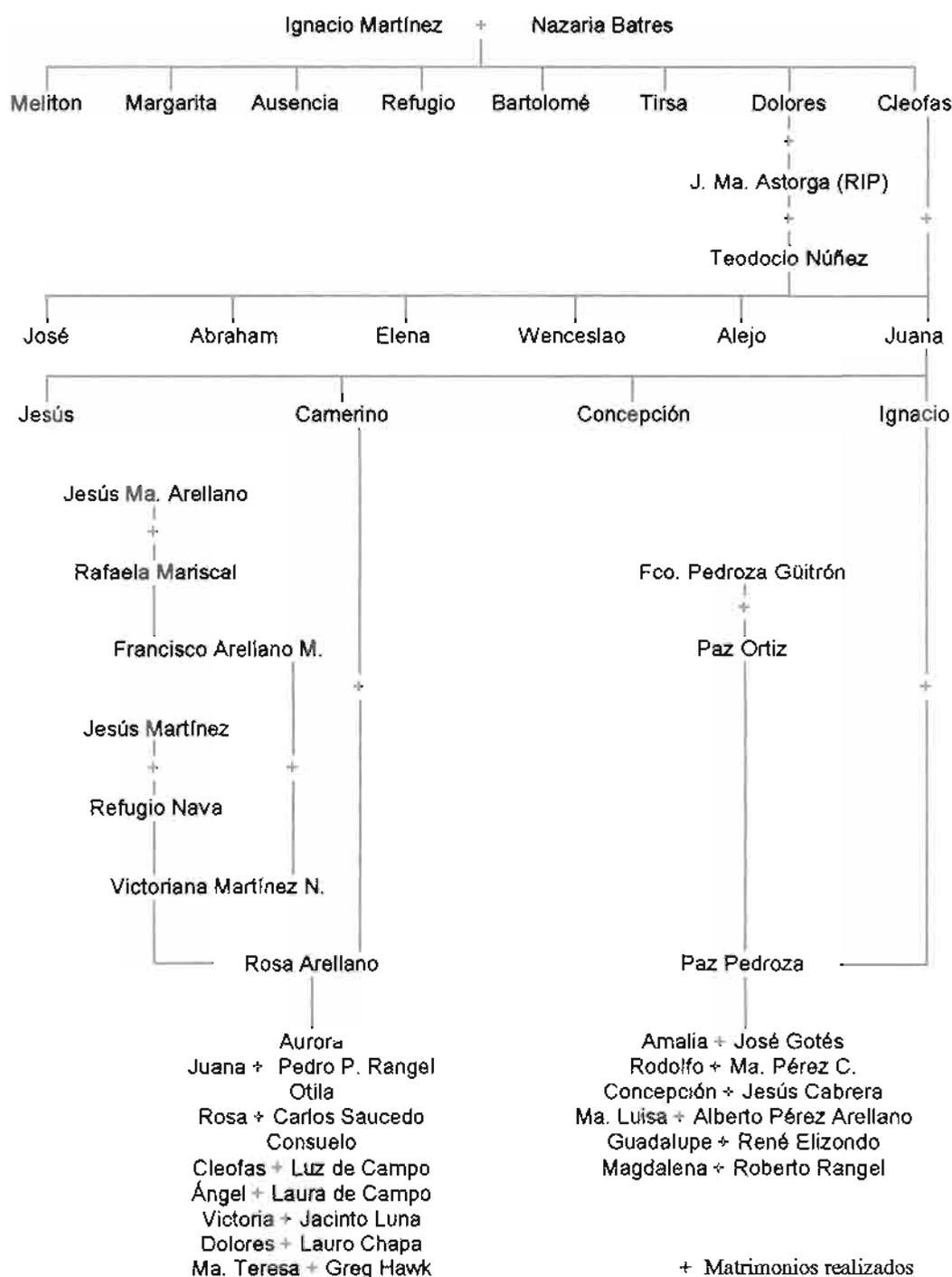


Figura 1. Árbol Genealógico de la Familia Martínez Núñez.

coijaba para que siguieran durmiendo. Además, era un hombre muy espléndido: “en una [posada] fiesta del Casino de Lerdo, Don Ignacio mandó traer a la ciudad de México la banda de música de 23° de Infantería. Y la fiesta estaba en el casino, baile y todas las

muchachas iban igual de arregladas y lucidas. A las 12 de la noche, hicieron un alto, y entonces entró la banda tocando, pero no por la parte de enfrente, sino por una que daba al fondo del salón, pues eso sí me acuerdo: que por mi casa entraron todos los músicos, y



llegaron al casino por un lugar que mi papá les arregló, ya que mi casa quedaba al costado del Casino y se podían comunicar las dos construcciones por el patio de atrás. Dieron [los músicos] una vuelta al salón y detrás de ellos iba un carrito arreglado con muchas flores, que iba rodando un chamaco, y allí íbamos nosotros (por eso no se me olvida), repartiendo a cada persona regalos; sí me acuerdo que eran puras figuritas de porcelana de Sevres.”²²

La casa de Lerdo era de las principales de la ciudad, no sólo por estar contigua al Casino sino por los detalles que Don Ignacio tenía. Frente a la casa de ellos estaba la de Camerino.

En la hacienda estaba la planta procesadora de guayule, y las trojes donde se acumulaba la planta que posteriormente se vendía a la Compañía Mexicana Explotadora de Hule. Según recuerda Amalia, un día llegó su papá:

“muy contento con la noticia, que habían descubierto una planta que le decían guayule y que se podía sacar hule de ella y que él sabía que de esa planta había mucha en la hacienda.”²³

Y no era gratuito que este negocio fuera la manzana de la discordia; simplemente en junio 28 de 1911, a Ignacio le correspondió como cuarta parte de su participación la cantidad de \$9,276.00 y en diciembre del mismo año \$3,970.53.²⁴ Por lo que cuenta la anécdota Ignacio fue quien “descubrió” el guayule, y por lo tanto sentía una cierta posesión sobre la planta, por eso nunca llegaron a un acuerdo cuando se adjudicaron la herencia de Don Cleofas. Fue Ignacio un hombre bondadoso, desde el momento en que llevó a su casa a su suegra y a sus cuñados. Disfrutaba de la bonanza que le brindaba la hacienda y de los bienes, como la casa de Lerdo, que evidentemente les proporcionaba un *status* dentro de la sociedad. Los años que siguieron fueron los últimos de la paz porfiriana; Ignacio resintió muchísimo la pérdida de sus haciendas, y a Paz y a su familia les tocaron los años más difíciles. Al igual que en El

Casco, en La Naicha estaban acostumbrados a la laboriosidad y al aprovechamiento de los recursos. Esto sirvió tiempo después a Pavecita ya viuda, y a su mamá, Paz Ortiz, para sacar adelante a la familia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Arq. Pedro Irigoyen por sus aportaciones sobre la arquitectura de las haciendas del Casco y de la Concepción.

A la Sra. Alma Ferreira Hawk, por haberme proporcionado el árbol genealógico de la Familia Martínez Núñez.

REFERENCIAS

1. De la Mota y Escobar, Alonso, *Descripción geográfica de los Reinos de la Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León*. 2a.ed., Intr. Joaquín Ramírez Cabañas. México: Ed. Pedro Robredo, 1940, 238 p. mapas.
2. Águeda Jiménez Pelayo. “La hacienda Zacatecana colonial, origen y desarrollo” en: *Origen y evolución de la hacienda en México, siglo XVI al XX*. Memoria de simposio realizado del 27 al 30 de septiembre de 1989. Coord. Ma. Teresa Jarquín Ortega. Toluca, Edo. de México: El Colegio Mexiquense, Universidad Iberoamericana e Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1990.
3. Nadina Martínez de Garza. (Recopilación y edición) *Cuatro hermanas, su ejemplo, su creación*. [México D.F.]: Ed. familiar, 1984, 657 p. fotos.
4. Vargas-Lobsinger, María. *Formación y decadencia de una fortuna: Los mayorazgos de San Miguel de Aguayo y San Pedro del Álamo. 1583-1823*. México: UNAM, 1992, 237 p., ils.

²² *Ibid*, p. 86.

²³ *Ibid*.

²⁴ Libro Mayor de cuentas. f. 4.



ARCHIVOS

1. Archivo Camerino Martínez Núñez. ACMN Carpetas 1, 2, 3.
2. Libro mayor de cuentas de las haciendas del Casco y La Concepción.

ENTREVISTAS

1. Zeferino Ferreira.
2. Dolores Martínez Vda. de Chapa.
3. Carlos R. Rangel.
4. Jorge M. Rangel.



DAR NOMBRE A LOS MARES

Julio Cu Cortés
Escuela Preparatoria de la Universidad La Salle
email: Jcucor95@hpuxulsa.ulsal.mx

*“Apenas de tus ojos
quise al Sol elevarme,
cuando mi precipicio
da, en sentidas señales,
venganza al fuego, nombre a los mares”.*

«Demostrando afectos de un favorecido que se ausenta.»
Endechas de siete y diez (81).

RESUMEN

El siglo XX se ha posesionado de Sor Juana como ningún otro siglo lo había hecho antes; no han pasado desapercibidos a la cultura nacional, tanto el tricentenario de su natalicio en 1951 como el de su defunción en 1995. Este breve artículo pretende como uno más de los trabajos contemporáneos sorjuanistas, apropiarse de ella, haciendo una revisión sucinta de algunas de las hipótesis más controversiales, además de hacer un examen histórico muy rápido, de las perspectivas con que se ha leído a Sor Juana en otras épocas, y enumerar los elementos que nos presentan hoy a una Sor Juana mitificada; finalmente todo ello no pretende sino ayudar a la promoción de la lectura de la mayor poetisa que nos ha legado el siglo XVII.

ABSTRACT

The 20th Century has interest in Sor Juana more than any other century before; the national culture has not forgotten the threecenturies of her birth in 1951 as well as the one she died in 1995. The current paper pretends as any other work of the contemporary sorjuanists studies, to take possession of her, making a brief review of some of the more controversial hypothesis and a quick historic exam of the reading perspectives of Sor Juana in other times, also it lists the elements which presents today a mitified Sor Juana, finally, all these pretends to help the reading promotion of the greatest poetess of the 17th Century.

DESARROLLO

El año pasado se celebraron los trescientos años de la muerte de Sor Juana Inés de la Cruz, con ello se ha remozado y revitalizado la imagen de nuestra gran poetisa mexicana; se realizaron una serie extraordinaria de trabajos, publicaciones, congresos y jornadas mundiales en múltiples homenajes del tricentenario. Muchos de estos trabajos son seguramente repetitivos, de oportunidad, sólo del momento, no tienen seguramente gran valor, no trascenderán; otros sí, es innegable que sí ha habido una labor extraordinaria por conmemorarla, por rescatarla, por releerla, reconstruir su biografía y por rehacer su imagen. Sin embargo, la lectura que los lectores del siglo XX hacemos de Sor Juana es la

que nos lleva a mitificarla; sigue siendo aún la lectura que nos dejó el P. Calleja, la de una biografía llena de escenas gloriosas y edificantes; en el otro extremo están las preocupaciones modernas, las pseudo-interpretaciones psicoanalíticas, cuestión candente que nos heredaron las explicaciones del profesor alemán Ludwig Pfandl, -para quien sólo se trataba de una personalidad neurótica con fuertes tendencias masculinas-. Con todo ello, hemos hecho de Sor Juana un mito que nos acomoda, y que explica más nuestras propias preocupaciones contemporáneas, -feministas, por ejemplo- que una perspectiva estrictamente histórica y biográfica que nos revele más objetivamente a la propia Sor Juana.



Según la época varía el interés y la imagen que han surgido de Sor Juana; cada época, cada siglo, hace una recepción diferente de la literatura y sus autores. Cada época tiene su especial y personal visión: en el momento de la publicación de la obra póstuma de Sor Juana, en 1700: *Fama y Obras póstumas de la Fénix de Méjico*, viene la exaltación, es realmente un momento de apoteosis donde se le consagra como la gran poetisa del mundo hispánico. Sus obras se reeditan, incluso más que las de autores consagrados de la literatura española, sus obras alcanzan 22 ediciones, cosa que no se había visto con ningún autor de los grandes: ni Lope de Vega, ni Quevedo, ni Calderón de la Barca, ni Tirso de Molina, ni nadie de ellos. Se le exalta como la gran poetisa del mundo hispánico, aquí se inicia su mitificación y se le ve como el paradigma de la mujer poeta. Es este primer momento difícil para apreciar lo que verdaderamente era Sor Juana, porque quienes estaban cerca de los testimonios originales no supieron aprovecharlos para darnos un retrato fidedigno¹. Sin embargo, pronto aparecieron los panegíricos, los versos, los sonetos laudatorios.

Posteriormente, el siglo de las luces la olvida porque es una poetisa que se supone sumergida en el gongorismo y en toda la degradación del gusto; el neoclásico y toda la ilustración en general la olvidan. Después viene la exaltación de algunos autores como Benito Jerónimo Feijóo, algunas

¹ Los retratos que se conservan de Sor Juana son copias de otros destruidos o extraviados. Uno, forma parte del patrimonio de la UNAM, pintado por Juan de Miranda en 1713, en él la poetisa aparece de pie, junto a su biblioteca con una pluma en la mano derecha y un enorme rosario en la mano izquierda -en la exposición *México esplendor de tres siglos* apareció remozada-. Otro, es de Miguel Cabrera de 1750, se encuentra actualmente en el castillo de Chapultepec, en él la poetisa aparece sentada en una actitud bastante más dinámica, detrás de ella su enorme biblioteca, con la mano derecha parece hojear un libro y con la izquierda sostiene igual un enorme rosario. Un tercero, es anónimo, comprado por un coleccionista norteamericano en 1883, en Puebla, pertenece ahora a un museo en Filadelfia. Un asunto más, de controversia, es la supuesta habilidad de nuestra poetisa como pintora, en varios de sus retratos aparece la siguiente inscripción: "Copia fiel de otra que de sí hizo y de su mano pintó la R.M. Juana Inés de la Cruz."

reminiscencias de algún ilustrado que la ve como la gran sabia, no-poetisa sino gran sabia contemporánea de Carlos de Sigüenza y Góngora; sin embargo, se le lee poco, no se reimprimen ya sus obras, no se cita su poesía.

El romanticismo intenta un pequeño rescate inicial, hay ciertos sonetos, cierto tipo de poesía, redondillas que se acercan un poco a la sensibilidad romántica en la primera mitad del siglo XIX, pero con enormes reticencias, se piensa aún que es una poeta sumergida en el gongorismo más aberrante, condena generalizada del gongorismo que incluso afectó a la época romántica. Para entonces la poesía del siglo XVII se reducía a Sor Juana y Juan Ruíz de Alarcón haciendo tabla rasa de todo lo demás.

Con Amado Nervo y su *Juana de Asbaje* (1910) se replantea una cantidad extraordinaria de problemas, se la fija de otra manera. Al trabajo sobre la psicología de Sor Juana que elabora Ezequiel A. Chávez, y a Méndez Plancarte debemos la resurrección de Sor Juana. Los alemanes que estudian a Sor Juana son Pfandl y Vössler. Para Julio Jiménez Rueda "...*Sor Juana salva del naufragio la total producción del siglo XVII en la Nueva España*".

En la actualidad son sorjuanistas mexicanos: Sergio Fernández, Antonio Alatorre, Octavio Paz, Margo Glantz, José Pascual Buxo, Dolores Bravo, Elías Trabulse y el padre Aureliano Tapia Méndez entre otros².

En cada época se le vio de manera diferente: el barroco la vio como la gran poeta; la ilustración como la mujer sabia, pero una poeta no digna de rescate; el romanticismo rescató algo de su poesía amorosa, y el siglo XX realiza un rescate más generalizado, que está aún muy lejos de terminar.

¿Quién es Sor Juana Inés de la Cruz? Poco sabemos de ella, aunque prefiramos no admitirlo. Queremos seguir inventando a una Sor Juana muy

² Sus trabajos recién publicados sobre la carta que Sor Juana dirige al padre Núñez en 1682, encontrada en Monterrey en 1981, son sustantivos para la comprensión de la relación personal entre Sor Juana y su confesor; dicha carta nos pinta una Sor Juana diferente.



del siglo XX, y entonces nos enamoramos de ella³, defendemos sus puntos de vista, su condición femenina y la llamamos feminista; preferimos hacer de ella un mito: por ello cabe muy bien a partir de la biografía del P. Calleja, la intención de que su madre: "mudándole de traje" le enviase, vestida de hombre, a la universidad, (suceso bastante común entre las mujeres de su época); conviene saber entonces si se trata de un mito el hecho de que a los tres años aprendió a leer cuando las lecciones de la "amiga" no eran para ella, sino para la hermana mayor; que a los ocho años rimaba una Loa Eucarística; que en veinte lecciones aprendió latín; y que sorprendió "en científica lid" a un jurado "de cuarenta letrados de todas las facultades" sabios virreinales, contestando todas sus preguntas, (aún cuando sepamos que en el fondo ello es una expresión más del machismo de la época que se contentaba con que una mujer supiese lo elemental, y que cuando se encontraba con una mujer que sabía más de lo básico no tenían otra alternativa que proclamarla como un fenómeno extraordinario, por el sólo hecho de ser mujer); Amado Nervo contribuye a vislumbrarla hermosa y discreta, enamorada: *tuvo que enamorarse de un casto y misterioso amor*, fenómeno entonces de palacio, elige el camino de la santificación: el convento, (con ello olvidamos que tenía en su celda de monja dos esclavas⁴) y, además, nos encanta que Sor Juana no sólo alcance la más alta sabiduría y la fama de su época, sino en un ejemplo de inmolation y redención muera ayudando a sus hermanas durante una epidemia, el 17 de abril de 1695.

¿Quién es en realidad Juana de Asbaje y Ramírez de Santillana? Son más las preguntas, y pocas las certezas, que podemos tener sobre ella, veamos algunas de estas certidumbres:

³ Alfonso Junco escribió de Ezequiel A. Chávez: "El maestro Chávez, sencillamente, se ha enamorado de Sor Juana. Y nada tiene de extraño. Algo así nos pasa a cuantos con esta mujer encantadora y excepcional nos comunicamos". Y en los últimos años José Pascual Buxo lo declara con su libro titulado *El enamorado de Sor Juana*, editado en 1993.

⁴ La esclavitud en la Nueva España sólo será abolida hasta 1810 con Miguel Hidalgo.

1. Que nació el 12 de noviembre de 1648 o de 1651. (Alfonso Méndez Plancarte nos dice: *¡Si hasta Santa Teresa, con ser Santa llega a restarse dos...!*⁶)
2. Que su madre se llamó Doña Isabel Ramírez de Santillana, pero no tenemos ninguna certeza en torno a su padre (de quién se dice Capitán y llamarse: Don Pedro Manuel de Asbaje y Vargas Machuca) y, por lo tanto, que era "hija de la iglesia" y con ello algunos han interpretado que pudo ser hija de un sacerdote en lugar de ser sólo hija natural o ilegítima. Todos los biógrafos coinciden, en cambio, en que la presencia de su abuelo materno fue determinante, por la biblioteca que compartió con la nieta en la Hacienda de Panoayan: Don Pedro Ramírez.
3. Que vivió con "deudos" o parientes, en la Capital de la Nueva España, sin tener precisión de los años en que estuvo ahí.
4. Que después de vivir en la Corte (donde estuvo para 1665 como Dama de la Virreina Marquesa de Mancera), decidió entrar al convento de San Jerónimo, (profesó el 24 de

⁶ El origen de las investigaciones está en el hecho de que no fue viernes el día 12 de noviembre de 1651, como afirma el P. Calleja en su biografía de Sor Juana, sino día domingo; y tampoco hay 44 años, cinco meses y cinco días, entre el 12 de noviembre de 1651, supuesto día de su nacimiento, y el 17 de abril de 1695, día de su muerte, sino 43 años. El Lic. Salceda encuentra en Chimalhuacan una fe de bautismo que demuestra que en 1648 fue bautizada: "Inés, hija de la iglesia".

Don Alfonso Méndez Plancarte termina su primera nota diciendo: "Ella quizá escribió, al P. Calleja, haber nacido un 12 de Noviembre; mas al darle su edad -"mujer femenina"-, bien se pudo quitar tres años. (¡Si hasta Santa Teresa, con ser Santa llega a restarse dos...!) Y así, creemos probable haya nacido en 1648, sin mengua de la actual celebración del Tricentenario." *Obras Completas de Sor Juana Inés de la Cruz*. Tomo I, Lirica Personal. Edición, prólogo y notas de Alfonso Méndez Plancarte, FCE. p.LII.



febrero de 1669⁶) sin embargo, según sus propias palabras: "trágame a mí conmigo."

5. Que fue obligada a callar, gracias a un subterfugio, del cual desconocemos los detalles y carecemos de pruebas para definir exactamente desde dónde venía la orden de silenciarla. Fernández de Santa Cruz en «Carta a Sor Filotea» la exhorta "No a que mude el genio renunciando a los libros" pero sí a darse más a Dios a "perfeccionar los empleos de su pluma", con más frecuencia de "asuntos sagrados".
6. En 1689 se publica la primera edición, en Madrid, de *Inundación Castálida* que luego es el tomo I de sus poesías, reeditado en 1690, 1691 y 1692; su tomo II se editó en 1692 y 1693; el tomo III la *Fama y Obras Póstumas del Fénix de Méjico* fue editado en 1700.
7. Que abandona y vende su biblioteca y sus instrumentos de ciencia y musicales, y calla durante los dos o tres años últimos de su vida.
8. Que al morir deja una buena herencia a sus sobrinas, monjas también, con lo que queda demostrado que fue muy buena administradora⁷.

Apenas conocemos un puñado básico de datos, información básica a veces muy incierta que ha permitido sólo fijar algunos puntos de referencia sobre ella, pero muchos de los puntos capitales de su vida permanecen en la oscuridad. Ello ha dado pie a que se lancen al proceloso mar de las conjeturas una serie extraordinaria de hipótesis en la reconstrucción de la figura de Sor Juana, sobre la base de datos muchas veces frágiles desde el punto de vista histórico.

⁶ Primero profesó tan sólo tres meses de 1667 en San José, de las Carmelitas Descalzas, parece que la austeridad del lugar la enfermó, por lo que opta por salirse de ahí.

⁷ Fue Contadora y Archivista del Convento y se supone fue nombrada Priora dos veces aunque nunca aceptó el nombramiento.

«En perseguirme, Mundo, ¿qué interésas?»⁸
«con sombras necias, con indicios vanos»⁹ Las sombras, las imágenes, los hechizos, las ilusiones, las ficciones y las fantasías, son un tópico fundamental en toda la obra de Sor Juana y hoy nos parece que también lo son de su propia vida. Reconocerla como poeta, como mujer e intelectual, con una extraordinaria sensibilidad, no debe impedirnos atisbar también su arrogancia -aquella que sólo la conciencia del genio puede admitir cuando se autocomplace-; así de manera amplia, entendemos la universalidad de esta escritora mexicana.

Siempre y por encima de todas las interrogantes que podamos formularnos en torno a Sor Juana, es evidente que lo más importante es su obra: la lectura de sus sonetos y el desentrañamiento por ejemplo de su *Primer Sueño* -poema bastante personal e intelectual, una delicia de erudición-; nunca está de más repetirlo, y repetirlo siempre, lo más importante de ella son sus libros: hay que leerla.

REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

1. Coronado, J. "El Mito de Sor Juana" en *Sábado* 25 de enero de 1992.
2. Glantz, M. "La autobiografía de Sor Juana; linaje y legitimidad" en *Universidad de México*, núm. 522, julio 1994, pp. 30-35.
3. Pascual Buxó, J. *Las figuraciones del sentido. Ensayos de poética semiológica*. México, FCE., 1984. 270 p.
4. Pascual Buxó, J. *El enamorado de Sor Juana*. México, UNAM, 1993. 234 p.
5. Poot Herrera, S. (editora). *Sor Juana y su Mundo. Una mirada actual*. México, Universidad del Claustro de Sor Juana. 1995.
6. Poot Herrera, S. (editora). *Y diversa de mí misma entre vuestras plumas ando*. Homenaje Internacional a Sor Juana Inés de la Cruz. México, El Colegio de México. 1993.

⁸ Soneto 146.

⁹ Soneto 164.



7. Paz, O. *Sor Juana Inés de la Cruz o Las Trampas de la Fe*. 3era edición, México, FCE, 1983. 673 p.
8. Santí, E. M. "Sor Juana, Octavio Paz y la poética de la restitución" en *La Literatura Novohispana*, Buxo y Herrera (editores) México, UNAM, 1994, pp. 217-230.



UNIVERSIDAD LA SALLE

CENTRO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN, LA SALLE CIEL

OFRECE LOS SIGUIENTES SERVICIOS:

Información Educativa:

Brinda Información sobre fuentes de financiamiento para hacer Maestrías y/o Doctorados en el extranjero.

La ULSA tiene acuerdos con las siguientes Universidades:

- LA UNIVERSIDAD DE ARIZONA EN TUCSON, ARIZONA
- LA UNIVERSIDAD DE ST. MARY'S EN HALIFAX, CANADÁ
- EL COLLEGE OF SANTA FE EN NVO. MÉXICO
- LA UNIVERSIDAD LA SALLE EN PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA
- EL INSTITUTO COMERCIAL DE NANCY, FRANCIA
- EL GROUPE ECOLE DES HAUTES ETUDES COMERCIAL DU NORD EN LILLE, FRANCIA

Y un consorcio de 10 Universidades en los Estados Unidos y Canadá en el área de: ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS. Asimismo estamos finalizando los trámites de membresía en el consorcio ISEP (Programa de Intercambio de Estudiantes Extranjeros) con más de 50 Universidades.

-
- *Asesoría académica para estudiantes en el extranjero.*
 - *Coordinación del " Programa Académico para Extranjeros ".*
 - *Relaciones con académicos de Universidades extranjeras.*
 - *Encuentros y Conferencias.*
 - *Convenios.*
-



FACTORES DE RIESGO CORONARIO EN EJECUTIVOS DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE

*Guadalupe Solís Chavarín, *Miriam Sánchez Arroyo, **Rodolfo Castaño Guerra,
Angel Lerdo de Tejada Hay y *Carlos Cobo Abreu

*Centro de Investigación, Universidad La Salle
**Hospital de Cardiología, C.M.N. siglo XXI, I.M.S.S.
***Unidad de Cardiología del Hospital General de México, S.S.A.

RESUMEN

La aterosclerosis de arterias coronarias constituye la principal causa de muerte por isquemia al miocardio. Siendo su etiología multifactorial, se reconocen éstos como factores de riesgo coronario e inciden en la frecuencia y gravedad de esta patología.

En este estudio realizado en 102 ejecutivos de la Universidad La Salle se determinaron: hipercolesterolemia, hipertensión arterial, tabaquismo, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hipersecreción de péptido C y obesidad como factores de riesgo coronario.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y a la prueba de Duncan-Kramer, encontrándose que el tabaquismo (36.27%), hipercolesterolemia (35.29%) y obesidad (35.29%) son los factores de riesgo coronario de mayor frecuencia y significancia estadística, por lo que se recomienda a esta población: eliminar tabaquismo, modificar hábitos alimentarios, realizar ejercicio físico, disminuir niveles de estrés y verificar periódicamente sus niveles de colesterol sérico.

ABSTRACT

Atherosclerosis of coronary arteries constitutes the main cause of death by myocardial ischemia. Been a multifactorial ethiology, these are recognized as factors for coronary risks and fall upon the frequency and the seriousness of this pathology.

This study carried out with 102 executives of La Salle University, where determinate: hypercholesterolemia, arterial hypertension, smoking habits, hyperglycemia, hyperinsulinemia, C peptide hypersecretion and obesity, as factors of coronary risks.

The results underwent variance analysis (ANOVA) and Duncan-Kramer test, been the main factors for coronary risks : tobaccoism (36.27%), hypercholesterolemia (35.29%) and obesity (35.29%).

For what this population is recommended to modify their smoking and nutritional habits, and also to carry out exercise programs, to come-down their stress levels and to verify periodically their cholesterol serum levels.

OBJETIVO

Determinar la frecuencia de tabaquismo, hipercolesterolemia, hipertensión arterial, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hipersecreción de péptido C y obesidad, como factores de riesgo coronario, en ejecutivos de la Universidad La Salle, y establecer medidas de prevención y control de estos riesgos en dicha población.

INTRODUCCIÓN

La aterosclerosis coronaria es un grave problema de salud, de distribución mundial y al que mayor número de muertes se atribuye.

En un estudio previo titulado *Dislipoproteinemia en ejecutivos de la Universidad La Salle* (6), se hizo un análisis del



perfil lipídico y de los hábitos alimentarios, encontrándose que este grupo posee un bajo riesgo coronario. Sin embargo, pareció interesante analizar en este mismo grupo de sujetos, la frecuencia de otros factores de riesgo coronario como son: tabaquismo, hipercolesterolemia, hipertensión arterial, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hipersecreción de péptido C y obesidad, considerándose el factor de estrés implícito en esta población (1,2).

La aterosclerosis es una enfermedad caracterizada por la formación de placas ateromatosas en la íntima de la pared de las arterias.

Una placa ateromatosa está constituida por: células de músculo liso, células espumosas, colágeno y fundamentalmente colesterol.

Las placas ateromatosas en las arterias coronarias obstruyen en grado variable la luz vascular, esto impide el flujo sanguíneo normal y altera el aporte normal de oxígeno y nutrientes a las células del corazón, hechos que conducen a graves cardiopatías como angina de pecho, infarto del miocardio y hasta muerte súbita (5).

MÉTODO

Tipo de estudio: Epidemiológico, observacional, retrospectivo y transversal.

Población: Hombres y mujeres de la Universidad La Salle, con cargo ejecutivo, durante el período septiembre-diciembre de 1992.

Recolección de datos: Se recurrió al archivo de la Clínica de Lípidos del Hospital de Cardiología del Centro Médico Siglo XXI para la recolección de los siguientes datos:

- Peso
- Talla
- Tabaquismo
- Tensión arterial
- Colesterol total
- Glucosa
- Insulina
- Péptido C

Tabla 1. Criterio para la determinación de factores de riesgo coronario.

Factor de riesgo	Valor de riesgo
Hiperglucemia	>110 mg/dl
Hiperinsulinemia	>179.4 pmol/l
Hipersecreción de péptido C	>1250 pmol/l
Hipercolesterolemia	>200 mg/dl
Hipertensión arterial	>140/90 mm Hg
Índice de Masa Corporal	>25 Kg/m ²

los cuales se obtuvieron durante la realización del proyecto *Dislipoproteinemia en ejecutivos de la Universidad La Salle* (6) y no fueron analizados.

Criterios de inclusión: Todos los ejecutivos de la Universidad La Salle.

Criterios de no inclusión: Aquellos sujetos que en el momento de realizarse el estudio se administraban hipoglucemiantes orales, insulina, hipolipemiantes o antihipertensivos.

Criterios de exclusión: Aquellos sujetos que no completaron todos los estudios.

Criterios para la determinación de factores de riesgo coronario: Se muestran en la Tabla 1.

Criterio para la determinación de tabaquismo: Únicamente se consideró si los sujetos fumaban o no cuando se llevó a cabo el estudio (2-4).

Criterio para la determinación de hiperinsulinemia e hipersecreción de péptido C: Se ha demostrado que la hiperinsulinemia y la hipersecreción de péptido C llevan a cardiopatía isquémica; se consideran normales los niveles de insulina menores de 179.4 pmol/l y para péptido C de 1250 pmol/l; ambos valores corresponden al límite superior normal encontrado por el Laboratorio de Medicina Nuclear del Hospital de Especialidades del Centro Médico Siglo XXI (2).

Análisis estadístico de los datos: Los datos de cada factor de riesgo coronario se agruparon por sexo y décadas de edad (20, 30, 40 y 50 ó más). Para cada factor se determinó



Tabla 2. Características de la población estudiada.

	No. de Individuos	Edad promedio (años)
Hombres y Mujeres	102	39
Hombres	61	41
Mujeres	41	36

frecuencia, promedio, desviación estándar y análisis de varianza (ANOVA). En los casos en que el ANOVA indicó diferencia significativa entre grupos de edades ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de Duncan-Kramer para establecer qué grupo de edad marcaba tal diferencia.

RESULTADOS

En las siguientes gráficas y tablas se presentan los resultados obtenidos.

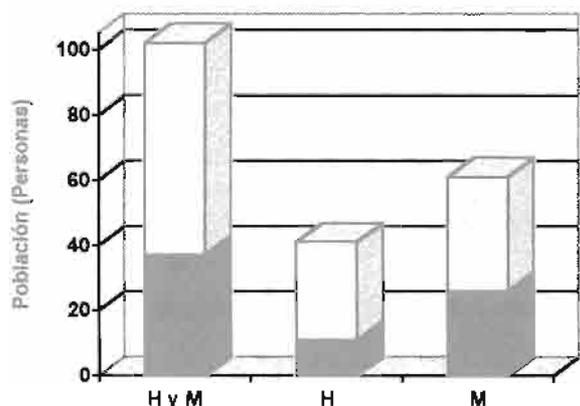


Figura 1. Tabaquismo.

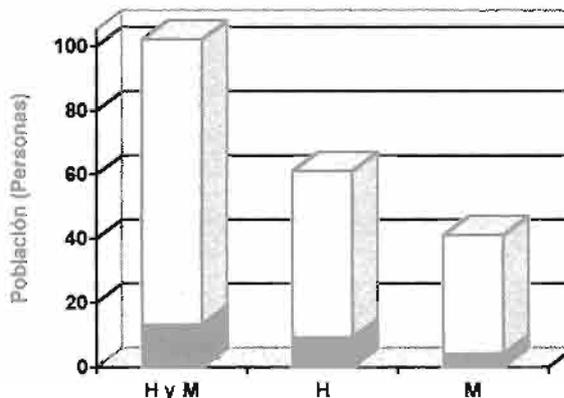


Figura 2. Tensión Arterial.

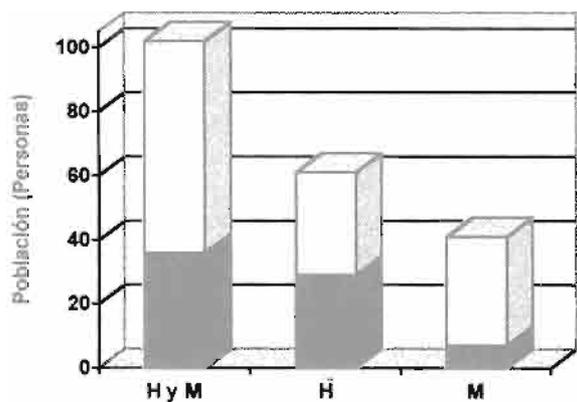
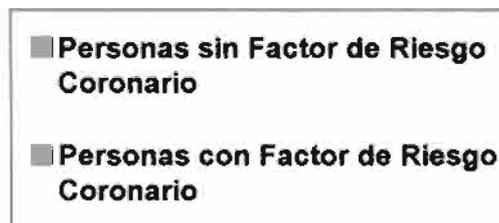


Figura 3. Colesterol total.



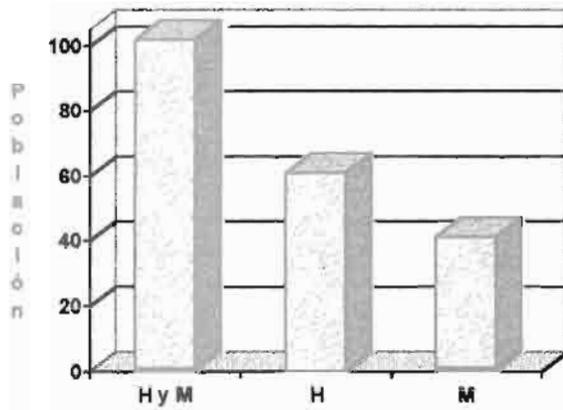


Figura 4. Glucosa.

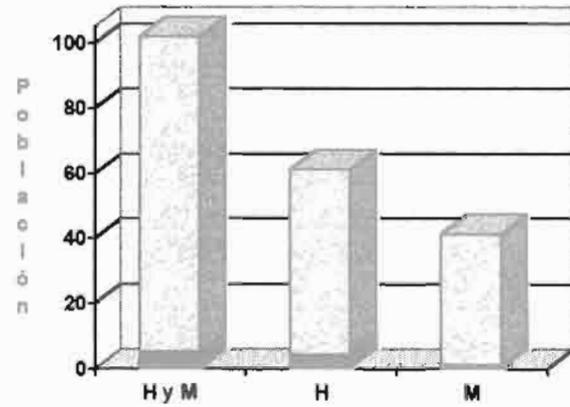


Figura 5. Insulina.

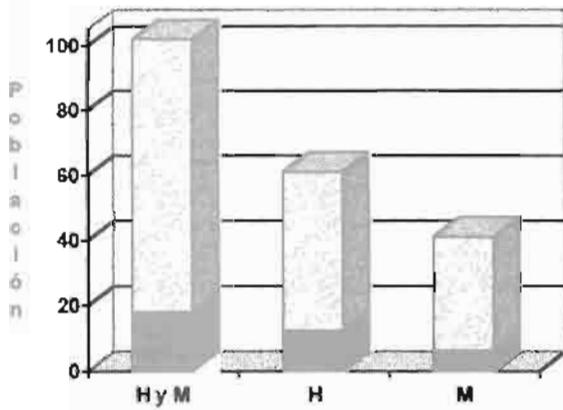


Figura 6. Péptido C.

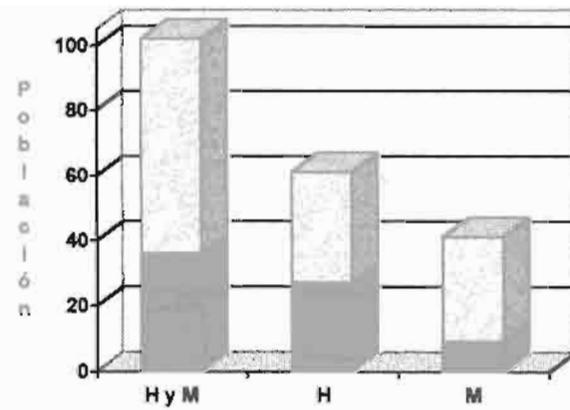


Figura 7. Índice de masa corporal.

- Personas sin Factor de Riesgo Coronario
- Personas con Factor de Riesgo Coronario

(Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, publicada en Noviembre de 1993).

- La hiperglucemia en ayunas se presentó en el 0.98% de la población estudiada por lo cual no se considera como factor de riesgo coronario para esta población.
- Todos los factores de riesgo se presentaron con mayor frecuencia en los individuos de sexo masculino, excepto la hiperglucemia en ayunas que se presentó sólo en el sexo femenino (como ha sido reportado en la literatura).
- Los grupos donde se observó mayor riesgo coronario fueron:

CONCLUSIONES

- En la población estudiada se observó que los factores de riesgo coronario de mayor frecuencia son: tabaquismo, hipercolesterolemia y obesidad.
- La frecuencia observada de estos 3 factores fue mayor que en la ENEC



- *por tabaquismo*, los hombres de 40 a 49 años, y las mujeres de 30 a 39 años, y de 50 años en adelante.
- *por hipercolesterolemia*, los hombres de 40 años en adelante y las mujeres de 50 años en adelante.
- *por obesidad*, el grupo de los hombres de todas las edades.
- *por hiperinsulinemia e hipersecreción de péptido C*, los hombres de 40 a 49 años.
- Cuando se presentan al mismo tiempo dos o más factores, la probabilidad de presentar enfermedad coronaria no se suma sino se potencia. En la población estudiada se observó que el sexo masculino presentó con mayor frecuencia que el sexo femenino, dos o más factores de riesgo coronario. De los hombres, el 26% presentó al mismo tiempo tabaquismo e hipercolesterolemia y el 18% presentó tabaquismo, hipercolesterolemia y obesidad.
- A pesar de que en esta población los factores de riesgo son escasos es fundamental como proflaxis hacer las siguientes recomendaciones.

RECOMENDACIONES

Habiendo detectado los factores de riesgo coronario en la población estudiada, se recomienda:

- Eliminar el tabaquismo.
- Modificar los hábitos alimentarios a fin de llevar una dieta baja en grasas saturadas, de acuerdo a lo que su médico indique.
- Realizar ejercicio físico acorde a las necesidades y requerimientos individuales, y bajo supervisión médica.
- Revisar periódicamente los niveles séricos de colesterol (cada seis meses en sujetos en riesgo y cada año el resto).

- Modificar patrones conductuales para reducir efectos estresantes con riesgo coronario.
- Toma de presión arterial por lo menos una vez al año.

REFERENCIAS

1. Ferranini E., DeFronzo R. A., The association of hypertension, diabetes and obesity: a review. *J. Nephrol*, 1989, 1:3.
2. Fontbonne A.M., Eschwège E.M., Insulin and cardiovascular disease. Paris Prospective Study. *Diabetes Care*, 1991, 14(6):461.
3. Grundy S. M., Greenland P., Herd A., Huesch J. A., Jones R. T., Mitchell J. H., Schlant R. C., Cardiovascular and risk factor evaluation of healthy American adults., *Circulation*, 1987, 75(6):1340A.
4. Kannel W. B., Castelli W. P., Gordon T., et al. Serum cholesterol, lipoprotein and risk of coronary heart disease: The Framingham Study. *Ann Intern Med.*, 1971, 74:1.
5. Moore S. Pathogenesis of atherosclerosis, *Metabolism*, 1985, 34(supplement 1):13.
6. Silva C., Solís G., Castaño R., Lerdo de Tejada A. *Disoproteínemia en Ejecutivos de la Universidad La Salle*, Centro de Investigación de la Universidad La Salle, 1993.



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESTUDIOS QUE IMPARTE

PREPARATORIA

Bachillerato para varones
Incorporado a la UNAM clave 1006

LICENCIATURAS

Arquitectura
Diseño Gráfico
Ingeniería Cibernética y en Sistemas
Computacionales
Ingeniería Civil
Ingeniería en Energía Eléctrica y en Sistemas
Electrónicos
Ingeniería Industrial y en Sistemas Organizacionales
Ingeniería Mecánica y en Sistemas Energéticos
Médico Cirujano
Química de Alimentos
Químico Farmacéutico Biólogo
Ingeniería Química
Administración de Empresas
Contaduría Pública
Informática
Ciencias de la Educación
Derecho
Educación Primaria (Normal)
Filosofía
Teología

MAESTRÍAS

Administración
Administración de Empresas de la Construcción
Administración Educativa
Administración de Instituciones de Salud
Docencia Jurídica
Calidad y Productividad
Ciencias de Planeación y Sistemas Empresariales
Proyectos de Desarrollo
Negocios Internacionales
Competitividad
Calidad
Enseñanza Superior
Ingeniería Económica y Financiera
Planeación y Control del Sistema Ecológico
en las Empresas
Recursos Humanos
Sistemas Computacionales

DOCTORADOS

CIENCIAS
Administración
Ingeniería
Química
HUMANIDADES
Filosofía
Sociología
Teología
DERECHO
EDUCACIÓN

La Universidad La Salle cuenta con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios
concedido por Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial del 29 de mayo de 1987.

EXALUMNO LASALLISTA: TÚ ERES IMPORTANTE PARA ESTAR SIEMPRE UNIDOS
COMUNÍCATE AL 728 05 00 EXT. 3071 Y 3072



PERSPECTIVAS DE LA FARMACIA DE HOSPITAL Y APLICACIONES DE LA FARMACOECONOMÍA EN LA ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS

Antonio Iñesta García
Escuela Nacional de Sanidad
Sinesio Delgado 8, 28029 Madrid, España, email: ainesta@isciii.es

RESUMEN

El éxito de la administración de cualquier institución social descansa en su habilidad para satisfacer las necesidades crecientes de la población a través de la gestión eficiente de los recursos puestos a su disposición. Esto es particularmente verdad en el área de la gestión de hospitales, donde diversos factores están conduciendo a un crecimiento relevante en los costes sanitarios de todos los países. Durante este período se han hecho esfuerzos importantes para tener medicamentos eficaces y valiosos en la terapéutica, sin embargo, se han hecho pocos esfuerzos para mejorar el uso apropiado de los mismos. El uso racional de medicamentos en el hospital tiene cuatro componentes interrelacionados: información de medicamentos, comisión de farmacia y terapéutica, guía farmacoterapéutica y sistema de distribución en dosis unitarias. La reforma de los servicios nacionales de salud se basa en tres aspectos: limitar los costes, aumentar la eficiencia y cambiar de administración a gestión. La comprensión y utilización de las herramientas farmacoeconómicas será cada vez más importante, aunque todavía no hay muchos trabajos de este tipo dirigidos al ámbito de la administración de medicamentos principalmente por la dificultad de establecer la efectividad. Las perspectivas de la farmacia de hospital están relacionadas con la provisión de atención farmacéutica apropiada y eficiente, prestando servicios de acuerdo con altos estándares profesionales y usando medicamentos de forma eficiente.

ABSTRACT

The success of the administration of any social institution lies in its ability to satisfy the changing and growing needs of the population through efficient management of the resources it uses. This is particularly true in the area of hospital management, where various factors such as the aging of the population, new demands for health services, constant technological innovation and emergence of new pathologies, are leading to exponential growth in each country's health care expenditure. Over the last period, major advances in the formulation and administration of pharmaceuticals have occurred such as drug therapy can now be very effective, however, very little is known about whether such activities have improved the subsequent appropriateness of medication use. Rationalization of drug therapy in hospitals has four inter-related components: drug information, drug and therapeutics committees, formularies and unit-dose distribution system. The reform of health care will rely on cost-containing, efficiency-improving and management-changing activities. Pharmacoeconomic research identifies, measures, and compares the costs and consequences of pharmaceutical products and services. Pharmacoeconomic analysis on drug administration presents difficulty, especially on the benefits side of equation, since many benefits are difficult to measure. Perspectives of Hospital pharmacy at the end of century are related with provision of appropriate an efficient pharmaceutical care, services should be provided to high professional standards, using cost-effective medicines.

INTRODUCCIÓN

Los costes crecientes del estado de bienestar están amenazando la competitividad económica de los países ya que tanto los empresarios como los trabajadores son forzados a contribuir cada vez más para sostener un número en aumento de

pensionistas y desempleados. Este proceso se estima que va a empeorar ya que los pensionistas crecen con el envejecimiento de las poblaciones. Se estima que el coste de las prestaciones para los ancianos excederán el coste combinado de la asistencia sanitaria y la educación en los próximos cincuenta años. Los desempleados también



constituyen pesadas cargas que aumentan con las reconversiones industriales y los avances tecnológicos.

Como parte integrante de las prestaciones propias de un estado de bienestar, también los costes de la atención sanitaria están aumentando en todo el mundo, principalmente en el desarrollado, habiéndose duplicado en los últimos 25 años como porcentajes de la riqueza nacional. Entre los factores que han influido en este incremento podríamos señalar el envejecimiento de la población, los flujos migratorios hacia las ciudades, las nuevas demandas de servicios sanitarios, las constantes innovaciones tecnológicas y la aparición de nuevas patologías.

El aumento de la esperanza de vida en los países desarrollados, situándose en una media de 75,8 años, unido a la disminución de los índices de natalidad y fecundidad, tienden a configurar unas pirámides de población envejecidas, que obligan de forma progresiva a una reasignación de los recursos hospitalarios hacia áreas más relacionadas con la tercera edad que con la maternidad y la infancia.

Las innovaciones tecnológicas no siempre posibles de sostener y amortizar, por otra parte también propician nuevos tratamientos que están generando un descenso generalizado de la estancia hospitalaria media y el desplazamiento de la actividad sanitaria hacia los centros de salud y otros tipos de centros de tamaño más reducido, más especializados y de diferente concepción (cirugía ambulatoria, hospitales de día). Ello está cuestionando el propio concepto del proceso hospitalario, el número óptimo de camas y el propio diseño estructural (hospitales comarcales y de área sanitaria frente a macrohospitales).

El flujo migratorio hacia las ciudades y el cambio hacia una sociedad de servicios en que los procesos industriales están mecanizados cuando no robotizados y los medios de transporte están al alcance de todos los ciudadanos, implican un aumento relativo de las enfermedades relacionadas con el *stress*, de la contaminación ambiental y de los traumatismos y lesiones permanentes relacionadas con los accidentes de tráfico, en comparación con las enfermedades relacionadas con el medio rural y los accidentes industriales tradicionales.

Casi han desaparecido ciertas patologías asociadas con la pobreza, mientras aumentan las

enfermedades relacionadas con la senectud (Alzheimer, cáncer degenerativo), con los nuevos hábitos de vida (enfermedades cardiovasculares, farmacodependencias) y con la permisividad y facilidad de desplazamientos (enfermedades de transmisión sexual, síndrome de inmunodeficiencia adquirida).

Estos factores unidos a la mayor demanda social consecuencia del desarrollo y mayor cultura, originan incrementos en el gasto sanitario muy superiores a los del producto interior bruto y al del coste general de la vida. Este proceso se le denomina "explosión de costes" y se manifiesta por una carga ininterrumpidamente creciente sobre el sistema económico nacional, sobre el ciudadano y sobre el paciente. Como consecuencia hay una preocupación general sobre las formas mejores y más apropiadas para asignar recursos en el sector sanitario.

Aunque en los países en vías de desarrollo los patrones de mortalidad están todavía dominados por la diarrea y las enfermedades infecciosas, han empezado a aparecer **nuevos problemas sanitarios** como consecuencia del crecimiento de la población urbana con relación a la rural. Los factores de riesgo derivados de esto como accidentes de tráfico, accidentes laborales, abuso de alcohol y tabaco, dieta inadecuada y falta de ejercicio, da lugar a un incremento de las enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades pulmonares y crónicas.

Durante este período se han hecho muchos esfuerzos para tener medicamentos eficaces y valiosos en la terapéutica, sin embargo, se han hecho pocos esfuerzos para mejorar el uso apropiado de los mismos. Por tanto, es necesario una reorientación de las acciones, desde aspectos de logística, suministro y acceso, a los medicamentos hacia aspectos relacionados con el uso apropiado de los mismos, partiendo de una pregunta básica sobre lo que sucede en todo el proceso de información, selección, prescripción, dispensación/distribución y uso/administración de los medicamentos por los pacientes/enfermería.

Sentadas las bases del cambio de escenario, de los factores que influyen en el mismo y de las insuficiencias detectadas, podemos tratar de objetivar por un lado, qué elementos contribuyen a un uso racional de los medicamentos en un hospital y por otro, cuáles son los cambios que implican en los servicios farmacéuticos de hospital las nuevas tendencias de la política sanitaria, de



esta forma podremos tener una perspectiva de la farmacia hospitalaria.

USO RACIONAL DE MEDICAMENTOS EN LOS HOSPITALES

El Uso Racional de Medicamentos (URM) en hospitales debe tener como objetivo mejorar la calidad y la eficiencia de la atención al paciente, a través de un **uso apropiado y eficiente** de los medicamentos. Las expresiones medicamento "apropiado" y "uso apropiado" importados de la terminología anglosajona significan "acomodado o proporcionado para el fin a que se destina", y uso apropiado "que su uso es valioso porque los beneficios esperados exceden los efectos negativos por un margen suficientemente grande". La **eficiencia** es un concepto económico derivado de la escasez de recursos y **uso eficiente** sería aquél en que de forma comparativa los recursos empleados producen el máximo beneficio con relación a sus respectivos costes.

Los componentes fundamentales de un URM en los Hospitales son los siguientes:

- Información de Medicamentos es la base logística del URM en un hospital. En los hospitales debe existir un **Centro de Información de Medicamentos** equipado con los avances tecnológicos en información (CD-ROM, acceso a bases de datos bibliográficas biomédicas), utilizando los recursos bibliográficos del hospital y complementarlos adecuadamente. Debe tener un especialista en información de medicamentos, que esté bien formado entre otras en revisión bibliográfica, es decir, en el sistema para encontrar el conjunto de datos que se sugieren como suficientes para justificar una decisión terapéutica. A la revisión bibliográfica se le exige que la aproximación sea racional, que sea ordenada o tenga una sistematización y que sea objetiva o reproducible. Este Centro puede especializarse en unos temas determinados y coordinarse con otros centros para potenciación de los recursos.

La información acerca de los medicamentos es tan importante como la calidad de los medicamentos mismos. Sin información exacta y comprensible, el médico no puede decidir sobre el mejor régimen de tratamiento. El uso de medicamentos para indicaciones no aprobadas por las autoridades sanitarias, debería considerarse un ensayo clínico no autorizado y no puede

ampararse en ningún caso en la práctica médica y libertad profesional.

- La Comisión de Farmacia y Terapéutica, que proporciona un mecanismo para asegurar el acuerdo y compromiso de los médicos para racionalizar el sistema de uso de los medicamentos y que constituye el grupo que formula, controla y revisa todo el sistema.
- La Guía o Formulario Farmacoterapéutico, realizada bajo la supervisión de la Comisión, por grupos que proponen la selección inicial y las revisiones periódicas del formulario para incluir o excluir medicamentos. Debe establecerse basándose en la confianza mutua y respeto entre el equipo que desarrolla el formulario y los médicos. Debe existir la flexibilidad adecuada para renovar y acomodarse a las necesidades de prescriptores y pacientes.

No basta con tener establecidos una Comisión de Farmacia y Terapéutica (CFT) y una Guía Farmacoterapéutica en un hospital, es necesario evaluar la efectividad de su actuación a través de criterios como: cumplimiento del formulario (revisión de los medicamentos prescritos frente a los contenidos en el formulario, existencia de requisitos para prescripción de medicamentos no establecidos en el formulario), grado de persuasión de los miembros de la CFT sobre sus colegas y grado de cumplimiento del presupuesto de medicamentos del hospital.

- El Sistema de Distribución en Dosis Unitarias, que es el instrumento que garantiza que el enfermo recibe el medicamento prescrito, en la dosis adecuada, a la hora indicada y con un registro del mismo. Este sistema consigue una minimización de los errores y de los robos, evita acumulaciones y caducidades y permite un control terapéutico del tratamiento y un control analítico del gasto. Este sistema debe abarcar a todo el hospital y de ser posible estar sistematizado.

POLÍTICA SANITARIA RELACIONADA CON LOS HOSPITALES

Dentro de la tendencia prevalente de reformar los servicios nacionales de salud y considerando como imprescindible el mantenimiento de las conquistas sociales obtenidas en el estado de bienestar, las propuestas más comunes de política sanitaria, se



podrían resumir en: 1) limitar los costes; 2) aumentar la eficiencia; y 3) pasar de la administración a la gestión de los recursos existentes.

Todo el desarrollo y perspectivas de la farmacia hospitalaria van a estar condicionados por las propuestas de política sanitaria. Tenerlas en cuenta, apoyarlas y no oponerse a las mismas, sería una forma inteligente de hacer factibles estos desarrollos. De esta forma las fuerzas que gobiernen estos cambios permitirán nuestra participación en el establecimiento del nuevo modelo, que siempre estará más próximo a nuestras aspiraciones si participamos de forma activa en su elaboración y desarrollo.

Los hospitales han respondido a la necesidad y/o exigencia de una contención de gasto de varias formas; una, es por las restricciones de un formulario, pero se ha visto que el gasto estará influido por un formulario restrictivo si éste se usa con buenas prácticas de gestión, que incluyan la aprobación previa para utilizar un medicamento que no está en el formulario; la sustitución terapéutica ha mostrado consistentemente ahorros en los gastos; el análisis coste/efectividad también parece estar ganando aceptación, la amplia disponibilidad de computadoras y el uso de programas específicos han aumentado las capacidades para realizar estos análisis; y los esfuerzos educativos voluntarios o promovidos también contribuyen a esta contención.

La **limitación de costes** va a implicar que no todos los medicamentos que son médica y técnicamente posibles para la curación o alivio de la enfermedad, son necesariamente factibles de ser financiadas. No bastará con demostrar la seguridad, calidad y eficacia de un nuevo medicamento, sino demostrar que los beneficios de un medicamento, en términos de ahorro de otros recursos sanitarios o en mejora de salud, globalmente justifique los requerimientos de eficiencia básica de "valor por dinero". Por tanto necesitaremos familiarizarnos con la metodología farmacoeconómica (minimización de costes, análisis coste-efectividad, coste-utilidad, coste-beneficio, etc.) para poder participar en la selección de los medicamentos que se van a utilizar en nuestros hospitales. El análisis farmacoeconómico utiliza herramientas para examinar el impacto deseable e indeseable de farmacoterapias alternativas y otras intervenciones médicas relacionadas.

El formulario de medicamentos y las comisiones de farmacia y terapéutica también se consideran medios positivos para reducir los presupuestos de medicamentos y han tenido valor en fomentar la consideración del coste de la farmacoterapia, pero lo que se necesita conocer son los costes sanitarios totales en los que también se deben considerar la morbilidad y mortalidad relacionada con medicamentos y tasas de respuesta al tratamiento. Debemos *mejorar nuestra metodología* de trabajo en equipo, mercadotecnia social y presentaciones, reuniones de consenso y técnicas de negociación, para que mejore nuestra actuación de liderazgo en las comisiones de farmacia y terapéutica de los hospitales y que, como consecuencia, los formularios y la doctrina farmacoterapéutica del hospital sean resultado de un consenso basado en razones científicas y económicas.

La reducción del número de medicamentos, formatos manejados y la concentración del poder de compra son bases importantes para mejorar el poder de negociación de precios con la industria farmacéutica.

El coste por día de estancia en los hospitales actuales es muy elevado, por lo que se tenderá a reducir al máximo los días de estancia de los enfermos. Esto implicará por una parte la reducción de los procesos pre y postquirúrgicos y médicos y, por tanto, la hospitalización de día o noche y la hospitalización en casa y, por otra, el desarrollo de hospitales de cuidados mínimos o residencias para largas estancias. Debemos estar preparados para *protocolizar y hacer manuales explicativos* para los enfermos y sus familiares sobre la farmacoterapia que deben manejar y la *preparación de esquemas de tratamiento específicos* que deberemos suministrar a estos pacientes. Se necesitará una relación y cooperación mayor entre los farmacéuticos de hospital y los farmacéuticos y médicos comunitarios, que permitan la continuidad adecuada de los tratamientos y cuidados de los enfermos en sus casas. Cualquier tecnología que acorte la estancia en un hospital será considerada favorablemente. Los programas relacionados con el tratamiento en casa serán cada vez más demandados.

El **aumento de eficiencia** implica que si la farmacia quiere establecer o ampliar sus servicios en el hospital, los servicios deben ser valorados desde una serie de perspectivas. Se ha de demostrar un impacto positivo sobre los resultados



en los pacientes, para justificar los recursos gastados para proporcionar este nuevo servicio. Por ello será importante entrenarse en la metodología de la *Investigación de Servicios Sanitarios*, toda nueva intervención deberá justificarse por medio de estudios que demuestren diferencias significativas positivas del efecto de la intervención.

Los hospitales tienen y seguirán teniendo presupuestos limitados, sin embargo, generarán una demanda creciente de fondos para la innovación tecnológica, no sólo en el campo de los aparatos y dispositivos sino también en el de medicamentos. La población de los países europeos se confrontará con los hospitales a través de una demanda creciente que el hospital no puede atender con los presupuestos existentes. Por ello, el gestor de un hospital deberá demostrar sus problemas y justificar sus prioridades a través de una visión de su estructura de coste, es decir, con argumentos basados en hechos y números.

La sofisticación tecnológica que va introduciéndose o pretende introducirse, principalmente en los procedimientos de administración de medicamentos a los pacientes, también nos va a obligar a tener que evaluar las ventajas de los mismos antes de ser aceptados en la práctica.

La elaboración de medicamentos dentro del hospital estará muy poco justificada, salvo para aquellos medicamentos huérfanos o fórmulas de poco uso y difícil comercialización. Para elaborar algo internamente en el hospital, se tendrá que demostrar que 'esto no puede ser subcontratado a un precio menor con la misma o mejor calidad'. Cada vez más, compraremos productos terminados al más bajo precio posible. Lo anteriormente dicho es válido no sólo para medicamentos sino también para preparaciones para alimentación artificial, mezclas intravenosas y similares en las que no influya el factor estabilidad.

El cambio de administración a gestión implicará la asignación de costes a cada enfermo, proceso y unidad o servicio, por cada actividad o prestación que se solicite. Por tanto, será necesario establecer una cartera de servicios con la asignación de costes para cada rubro. Obligará a la implantación en todos los hospitales del sistema de distribución por dosis unitarias, a la reducción máxima de los niveles de

almacenamiento de medicamentos a través de un manejo óptimo de la gestión de *stocks*, lo que nos obligará a una planificación minuciosa de las necesidades y a una conexión *en línea* con la red de información del hospital de la que obtendremos una puesta al día de la ocupación específica, de los ingresos programados y estimaciones de las urgencias.

Entre los modelos aplicables podríamos destacar el de los tres niveles: diagnóstico de la situación del gasto farmacéutico, innovación de la gestión del área farmacéutica y evaluación periódica del consumo y gasto.

Los hospitales tendrán que disponer de un sistema de información que les permita el control analítico del gasto, agrupar las altas en Grupos Relacionados de Diagnóstico (GRD) e implantar un sistema computarizado de distribución de dosis unitarias ya que posibilitan e incentivan las revisiones de protocolos clínicos, auditoría médica y el uso de otros instrumentos de análisis, siempre bajo el prisma de la optimización de la gestión clínica.

La evaluación del uso de los medicamentos (Drug Use Evaluation, DUE), se considera que es un servicio importante que deben proporcionar los farmacéuticos de hospital. Identificar los procesos que representan casos de utilización inadecuada de medicamentos y corregir esa mala utilización, es un proceso de garantía de calidad diseñado para asegurar que los medicamentos se utilizan apropiada, segura y eficazmente y cuya metodología deberemos aprender y practicar.

También deberemos mejorar la atención farmacéutica en el hospital, que comprende el proceso a través del cual un farmacéutico coopera con un médico y otros profesionales, en diseñar, implementar y hacer un seguimiento de un plan terapéutico que producirá un resultado específico. Esto a su vez comprende tres funciones fundamentales: 1) identificar los problemas relacionados con medicamentos; 2) resolver los problemas relacionados con medicamentos; y 3) prevenir los problemas potenciales relacionados con medicamentos debidos a: selección inadecuada del medicamento; plan de tratamiento no adecuado (dosis, forma, vía, intervalo o duración); reacciones adversas; interacciones; tratamiento innecesario; y problemas médicos no tratados (1).



Cuando un *Problema Relacionado con Medicamentos* (PRM) se produce en el curso de la práctica clínica, este problema puede ser resuelto y las cosas transcurren sin ningún daño al paciente o bien pueden no resolverse y entonces se produce *Morbilidad Relacionada con Medicamentos* (MRM). Por tanto la MRM sería el fallo en producir el resultado terapéutico deseado. De nuevo esta MRM puede ser resuelta con mayor o menor daño para el paciente o bien progresar a la *Mortalidad Relacionada con Medicamentos* (1). Hoy se conoce muy poco sobre la *Morbilidad y Mortalidad Relacionada con Medicamentos*, aunque en la parte más visible que son las reacciones adversas se han hecho estimaciones (2-4), por tanto es necesario avanzar en dos direcciones: una investigar la prevalencia y otra establecer la prevención de los PRM de forma sistematizada.

FARMACOECONOMÍA APLICADA A LA ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS

Introducción terminológica (5-10).

La evaluación económica permite relacionar de forma sistemática y explícita toda la información disponible, incluidos los juicios de valor para hacer una elección dentro del proceso racional de toma de decisiones. Sirve para determinar la eficiencia como relación entre recursos utilizados y beneficios obtenidos en términos de salud. Una parte importante es considerar los recursos utilizados para que pueda haber una asignación óptima de los mismos.

Los recursos pueden gastarse o ahorrarse, se miden en unidades monetarias y pueden clasificarse:

1. De acuerdo con la posibilidad que tienen de valorarse y así se llaman, *tangibles* cuando se asocian a utilización o ahorro de recursos materiales, se pueden medir o cuantificar; e *intangibles* cuando se asocian a entidades inmateriales o no se pueden medir, como la salud, el dolor y la ansiedad. Existen técnicas psicométricas que permiten aproximarse a la medición del dolor, la ansiedad, la incapacidad, etc.
2. Según la imputabilidad, *directos* son los asociados causalmente con el proceso, como consultas, pruebas diagnósticas, medicamentos, hospitalizaciones, etc;

indirectos son los asociados al impacto sobre otros sectores, como pérdidas productivas por tiempos de desplazamiento, de espera, de tratamiento o de rehabilitación.

Los beneficios son más difíciles de concretar y pueden medirse a través de:

1. Indicadores sencillos: *morbilidad*: casos precozmente diagnosticados, número de enfermos crónicos en que se controla la tensión arterial o la glucemia, número de tratamientos con éxito, número de mmHg reducidos en la presión arterial, número de mg de glucosa reducidos en la diabetes, etc; *mortalidad*: número de vidas salvadas, incremento de la esperanza de vida, reducción de la tasa de mortalidad, número de años de vida ganados; *incapacidad*: reducción de los días de incapacidad laboral por persona y año; *salud positiva*: cambios positivos en parámetros sanitarios como reducción de consumo de alcohol y tabaco, aumento de la actividad física, consumo medio de proteínas, lípidos y carbohidratos; *unidades monetarias*.
2. Indicadores complejos: *medida de efectos*: mortalidad innecesariamente prematura y sanitariamente evitable, esperanza de vida libre de incapacidad, años de vida ajustados por discapacidad (AVAD); *medida de utilidades*: calidad de vida (QOL), calidad de vida afectada por actuaciones sanitarias (HRQOL), combinación de calidad de vida y tiempo como años de vida ajustados por calidad (AVAC, QALY) y años de vida sana equivalentes (AVES, HYE), y otros.

El término *coste-oportunidad* se refiere a los rendimientos que de un recurso podrían haberse obtenido de haberse aplicado a otro uso y se expresa como la cantidad de otros bienes que hay que sacrificar por la elección realizada. Si un centro con presupuestos fijos estuviera realizando dos programas, salud bucodental y cuidados paliativos a domicilio, para poner en marcha un nuevo programa de actuación sobre VIH/SIDA, el coste-oportunidad del programa VIH/SIDA serían los beneficios de aquel programa al que se tuviera que renunciar, es decir número de caries y extracciones o número de hospitalizaciones que se producirían como consecuencia.

Con el fin de comparar y homogeneizar las unidades monetarias disponibles en distintos momentos de tiempo se utiliza el factor *descuento*



que es un factor por el que hay que multiplicar una cantidad disponible en el futuro para que pueda ser valorada en el momento presente, oscila entre 0 y 1 y se puede calcular mediante una fórmula o de forma más cómoda por medio de una tabla. La *tasa de descuento* que se aplica en proyectos sanitarios suele oscilar entre 5 y 7, cuando la inflación es importante en un país también hay que tenerla en cuenta y entonces utilizamos el factor descuento y de inflación.

Farmacoeconomía es la descripción y análisis de los costes de la farmacoterapia para los sistemas sanitarios y la sociedad. Identifica, mide, y compara los costes y consecuencias de los productos farmacéuticos y servicios. Emplea herramientas para examinar el impacto (deseable e indeseable) de farmacoterapias alternativas y otras intervenciones sanitarias.

Hay varias perspectivas posibles en un análisis farmacoeconómico. Los costes y los beneficios pueden ser vistos de forma diferente según quienes sean los interesados en el análisis; en efecto, es muy importante saber desde que punto de vista se hace el análisis: la sociedad, el paciente (los consumidores), el pagador, el proveedor o la industria farmacéutica. Por ejemplo, el coste para el pagador son como máximo los permitidos y establecidos por él; para el proveedor son los verdaderos costes de proporcionar el servicio no importa cuál sea el cargo al pagador; para los pacientes son la cantidad que ellos pagan por tener acceso a los servicios, más los otros costes que pueden haberse producido debido a la enfermedad o el tratamiento, incluidos el dinero no ganado por no trabajar y los desplazamientos; para la sociedad es el coste neto total de todos los diferentes componentes, incluyendo la pérdida de productividad del paciente y los gastos incurridos en dar y recibir el tratamiento; para la industria farmacéutica lo que le interesa es demostrar que su fármaco es más eficiente que el de los competidores.

Hay cuatro diferentes tipos de análisis:

1. Análisis de coste o minimización de coste.
2. Análisis coste-efectividad.
3. Análisis coste-utilidad.
4. Análisis coste-beneficio.

En el *análisis de coste* se calculan los costes incurridos por las diferentes alternativas de tratamiento para un mismo problema, se expresan en costes por servicio proporcionado. Lo llaman a

veces *minimización de costes* porque habitualmente se usa para identificar el coste más bajo de las diferentes estrategias terapéuticas disponibles, pero parten del supuesto de que los efectos de las diferentes estrategias son los mismos.

El *análisis coste-efectividad* analiza tanto los costes como los efectos. Mide el coste neto de proporcionar un servicio (gastos menos ahorros) así como los resultados obtenidos, medidos como unidades naturales. Son unidades naturales los mmHg de presión sanguínea reducidos, los mg de glucosa reducidos, los años de vida ganados no importa la calidad de los mismos, etc.

En el *análisis coste-utilidad* se analizan los costes como anteriormente y se miden los efectos como el impacto de la terapia sobre la cantidad y la calidad de vida ganada. La unidad más utilizada para medir los efectos es el AVAC (años de vida ganados ajustados por calidad) o QALY en inglés. Para medirlo utiliza una escala que va desde cero (muerte) a la unidad (bienestar completo), así un año de vida ganado con un peso de utilidad de 0,9 vale 0,9 AVAC. Por ejemplo, con la terapia antihipertensiva hay ganancia de calidad de vida por reducción de ictus y enfermedad cardíaca coronaria, así como pérdida de calidad de vida por los efectos adversos que se experimentan.

En el *análisis coste-beneficio* tanto los recursos utilizados como los efectos se valoran en términos monetarios. Las aplicaciones son limitadas ya que es difícil valorar monetariamente las mejoras en salud, aparte de los recursos ahorrados de tratamientos evitados y de incremento de producción por reincorporación al trabajo. Se han hecho intentos de valoración por lo que el paciente está dispuesto a pagar por su salud mejorada, por ejemplo, pacientes con artritis reumatoide estarían dispuestos a pagar el 22% de sus ingresos por tener una curación completa.

El *análisis de decisión* es un método con técnicas para describir los problemas clínicos o sanitarios de una forma explícita, las líneas de acción disponibles, estimar el grado de incertidumbre y valorar las actitudes hacia los riesgos, con el fin de elegir la línea de acción que permita optimizar el resultado deseado. Se realiza generalmente mediante la elaboración de un *árbol de decisión* en el que se identifican las estrategias disponibles, se estructuran las decisiones y las consecuencias de cada opción en el tiempo, se calcula la probabilidad con que cada resultado



puede ser alcanzado, se determina el valor de cada resultado y se puede seleccionar la opción con el valor más alto o bajo esperado. Cada árbol se compone de *nudos* que describen decisiones (*nudo de decisión* que se representa como un cuadrado) o acontecimientos (*nudo de azar* porque los sucesos que tienen lugar inmediatamente después están fuera de control del decisor; se representa con un círculo), y *ramas* que indican los acontecimientos o las consecuencias derivadas de los nudos y ramas que le preceden, hasta terminar en una rama terminal. El conjunto final es una estructura arbórea capaz de representar todos los problemas reales con las probabilidades estimadas y efectividades o utilidades asignadas, proporcionando un esquema lógico para valorar la información disponible.

El *análisis de sensibilidad* es un proceso analítico que evalúa los cambios que experimentarían los resultados ante la variación, dentro de los rangos observados, de aquellas variables que se presentan con grados de incertidumbre. El análisis de sensibilidad puede ser uni o multivariante dependiendo de que se modifique una o más variables simultáneamente y se llamará *umbral* cuando trata de identificar el valor crítico de las variables por encima o debajo de los cuales pueden variar las conclusiones de un estudio. Se utilizan para medir la consistencia de unas conclusiones ante supuestas variaciones en el comportamiento de ciertas variables. Permite determinar el grado de dependencia de una conclusión respecto de una variable.

Aplicaciones a la administración de medicamentos.

Este tema parecía inicialmente fácil de abordar, pero una búsqueda bibliográfica sobre el mismo indicó que realmente no había casi nada escrito. Revisando los trabajos quizás el problema por el que no haya más trabajos, se debe a que es difícil establecer una medida de la efectividad y no digamos de la utilidad de la administración de medicamentos, consideradas como medidas de los efectos en los análisis correspondientes.

En efecto, parece conceptualmente fácil realizar una minimización de costes, considerando que las dos alternativas, un sistema de distribución en dosis unitarias (SDMDU) y un sistema de distribución de medicamentos tradicional (SDMT), tienen los mismos efectos comparando los costes. Pero esto tampoco es así ya que los efectos no

son iguales, porque si lo fueran, seguramente no tendría sentido pasar al SDMDU debido a que los costes, en general, son mayores. Por tanto, el problema sigue siendo el mismo, establecer medidas de la efectividad y no se dice de utilidad porque esto es más complicado y requiere de mayores esfuerzos.

Podríamos medir la efectividad de un sistema de distribución, midiendo si los enfermos tienen disponibles para su administración los medicamentos prescritos en tiempo, forma y concentración. Por tanto, cualquier estudio coste-efectividad debe medir no sólo los costes que se producen en los sistemas de distribución que comparamos sino también la efectividad medida como porcentaje de administraciones correctas con relación al total o bien, número de administraciones correctas por cada 100 estancias/día, en todo caso los grupos comparados deberán ser muy similares.

En otros trabajos (11) se ha evaluado la intervención como la comunicación del farmacéutico con el servicio clínico para modificar la prescripción médica, completarla o aclarar alguno de los puntos de la misma debida a alguna causa (error, no inclusión en la Guía, etc.) y así clasificar las intervenciones en: sustitución de medicamentos, error en la prescripción, órdenes médicas incompletas, duplicidad de fármacos y confirmación de dosis. Es decir, de acuerdo con esto podríamos medir la efectividad como el número de comunicaciones que se producen por estas causas tanto en el SDMDU como en el SDMT por 100 estancias/día. No obstante no parece buena unidad de medida de efectividad simplemente la comunicación, sin saber si esta comunicación ha servido para algo.

Un paso más avanzado sería medir la efectividad cuando ha existido una modificación de la prescripción como consecuencia de la comunicación o notificación o una justificación de la orden médica para la aplicación del tratamiento y estas acciones terapéuticas efectivas se medirían por 100 estancias, tanto en un sistema de dosis unitarias como en un sistema tradicional (12). Por supuesto tendríamos que medir los costes tanto en un sistema como en otro durante un período de tiempo comparando la aplicación en dos servicios clínicos o grupos de servicios que fueran similares. Como la asignación de enfermos a un grupo o a otro, no sería aleatorio, los grupos no serían equivalentes y por tanto, sería un estudio *cuasi* experimental en el que tendríamos que controlar



algunas variables como: gravedad de los enfermos, edad, intervenciones, etc. de tal forma que no hubiera diferencias significativas entre ellos. Otro aspecto a considerar es si incluimos en el coste del SDMDU los costes de implantación o sólo los de funcionamiento, sumándole los costes de amortización del equipamiento utilizado, esto último parece lo más razonable. Como los *costes positivos* en el sistema tradicional, se considerarán aquellos relacionados con caducidades detectadas en las plantas durante el periodo de estudio o aquellos medicamentos que no van destinados al enfermo, si es que este dato puede detectarse.

Tenemos que ser conscientes que estamos midiendo realmente procesos, aunque de acuerdo con Donabedian (13), una vez establecido que determinados procedimientos usados en situaciones específicas están claramente asociados con buenos resultados, la mera presencia o ausencia de estos procedimientos puede ser aceptada como una prueba de buena o mala calidad, es decir, de efectividad.

Así que se puede utilizar un análisis de minimización de costes cuando lo que pretendemos es comparar la administración de un determinado medicamento especial (14), habitualmente administrado en el hospital (AH) con su administración domiciliaria (AD). Cuando existen trabajos anteriores que demuestran que no existen diferencias clínicas entre ambas alternativas de tratamiento, se tratará de considerar igual el efecto de ambas alternativas y estudiar los costes de las mismas. En estos costes no sólo se considerará el precio de los medicamentos, que puede ser el mismo si en ambos casos los suministra el hospital o diferente si en la AD lo suministra la oficina de farmacia, sino, además, la estancia en el hospital, los controles periódicos, los desplazamientos, horas de trabajo pérdidas, material de administración, curso de adiestramiento para familiares o pacientes, etc.

Cuando queremos comparar el uso de jeringas precargadas disponibles comercialmente en una determinada cantidad y concentración, con el precargado realizado en el servicio de farmacia con una cantidad y concentración más adecuada a las necesidades del hospital (15) o bien con una alternativa de preparación en planta, justo antes de la administración, también podremos utilizar un análisis de minimización de costes, siempre que tengamos en cuenta todos los costes incurridos en cada alternativa durante el periodo estudiado. Los costes de adquisición de material sofisticado para

la preparación en el servicio se pueden considerar en sus costes de amortización.

PERSPECTIVAS

Las perspectivas de la farmacia hospitalaria se orientan en dos direcciones fundamentales: una mayor implicación en la gestión innovadora de los recursos farmacéuticos, de la que hemos hablado y una mayor implicación del farmacéutico con el paciente y su enfermedad, tendiendo a ser cada vez más especialistas en farmacoterapia. Esta implicación se debería traducir, con relación al paciente hospitalizado en: una mayor intervención en los aspectos farmacoterapéuticos; un incremento del trabajo en las plantas y en una mayor integración en el trabajo en equipo con médicos y enfermeras; con relación al paciente no hospitalizado en: la protocolización de los tratamientos prequirúrgicos, los esquemas de tratamiento; la hospitalización a domicilio; la elaboración de instrucciones claras a los pacientes y cuidadores y en una coordinación con los profesionales sanitarios que trabajan en la comunidad.

No cabe duda de que estamos en un proceso de cambio en que deberemos considerar como muy importante, contribuir a la pervivencia de las conquistas sociales que implican el estado de bienestar, así como responder y tener en cuenta las necesidades y satisfacción de los usuarios, alcanzar unos niveles muy altos de rendimiento, promover la profundización y satisfacción con el trabajo de los farmacéuticos de hospital y estar preparados con flexibilidad para responder ante una situación en permanente cambio.

REFERENCIAS

1. Hepler CD, Strand LM. Opportunities and responsibilities in pharmaceutical care. *Am J Hosp Pharm* 1990; 47: 533-43.
2. Manasse HR Jr. Medication use in an imperfect world: drug misadventuring as an issue of public policy, part 1. *Am J Hosp Pharm* 1989; 46:929-44.
3. Manasse HR Jr. Medication use in an imperfect world: drug misadventuring as an issue of public policy, part 2. *Am J Hosp Pharm* 1989; 46:1141-52



4. Southwick KA. Prescription for trouble: drugs to counteract drugs. *Health Week* 1988; 2 (Aug 8):1-12.
5. Drummond M, Torrance G, Stoddard. *Métodos para la evaluación económica de los programas de atención de la salud*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1991.
6. Luce B, Elixhauser A. *Standards for the socioeconomic evaluation of health care service*. Berlin. Springer-Verlag, 1990.
7. Robinson R. Economic evaluation and health care. *Br Med J* 1993; 307:670-3. 1993; 307:726-8. 1993; 307:793-5. 1993; 307:859-62. 1993; 307:924-6. 1993; 307:994-6.
8. Sacristan JA, Badia X, Rovira J. *Farmacoeconomía. Evaluación económica de medicamentos*. Madrid. Editores Médicos, S.A., 1995.
9. Bootman JL, Townsend RJ, McGhan WF. *Principles of pharmacoeconomics*. Cincinnati (OH): Harvey Whitney Books Company, 1991.
10. Rubio Cebrian S. *Glosario de economía de la salud*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1995.
11. Obaldía Alaña MC y col. Intervención del farmacéutico en la terapéutica hospitalaria a través del sistema de distribución de medicamentos en dosis unitarias. *Farm Hosp* 1995; 19:80-5.
12. Casterá Melchor E y col. Mejora de la calidad de la atención farmacéutica al paciente en un sistema de distribución de medicamentos por dosis unitarias. *Farm Hosp* 1993; 17:149-52.
13. Donabedian A. *La calidad de la atención médica: definición y métodos de evaluación*. México. La Prensa Médica Mexicana S.A., 1984.
14. Rodríguez M, Procupet A, Heras J. Análisis coste efectividad de la administración domiciliar de inmunoglobulina intravenosa frente a su administración hospitalaria. *Med Clin (Barc)* 1991; 96:47-51.
15. Vizoso JR y col. Jeringas precargadas de uroquinasa para desobstrucción de catéter: dosificación y costo. *Farm Hosp* 1995;19 (esp cong):9-10.



DESARROLLO SOSTENIBLE

Rafael Ángel Calderón Fournier

Discurso pronunciado con motivo del Congreso Interuniversitario
"México Nuevo Milenio-Nueva Actitud" en la Universidad La Salle, México

RESUMEN¹

El Sr. Dr. Rafael Angel Calderón Fournier es expresidente de la República de Costa Rica y Benemérito de su patria. Sus estudios primarios y secundarios los desarrolló con los Hermanos Maristas en México y en el Colegio La Salle, en Costa Rica. Egresó de la Universidad de Costa Rica, donde obtuvo su título de Licenciado en Derecho.

El Dr. Calderón Fournier ha sustentado numerosos cargos políticos y públicos que culminaron en el año de 1990, cuando obtuvo la Presidencia de la República de Costa Rica como candidato del *Partido Unidad Social Cristiana*.

En 1996, con motivo del Congreso Interuniversitario "México Nuevo Milenio - Nueva Actitud", que se llevó a cabo en el mes de marzo en la Universidad La Salle, aceptó ser conferenciante de una ponencia sobre Medio Ambiente y Ecología, la cual se transcribe en este ensayo.

ABSTRACT

Dr. Rafael Angel Calderón Fournier is expresident of the Republic of Costa Rica and a benefactor of his country. His primary and secondary studies was taken with the Marista's Brothers in Mexico and at La Salle College in Costa Rica. He graduated from the Costa Rica University where he obtained his degree in Laws.

Dr. Calderon Fournier has had a lot of political and public charges which finished in 1990 when he get the Presidency of the Costa Rica Republic as a candidate of the *Christian Social Unity Party*.

In 1996, within the Interuniversity Congress "México Nuevo Milenio - Nueva Actitud", held in March at La Salle University in Mexico, he accepted being a conferencist of a topic of Environment and Ecology, which it is transcribed in the current essay.

INTRODUCCIÓN

La imagen de México la guardo en mi memoria, su paisaje singular unido a mis recuerdos de infancia y juventud me permiten vivir de nuevo ese México orgulloso de su origen: mezcla de razas que proyecta al mundo el esplendor de una cultura milenaria.

Ese México generoso que me acogió cuando niño y que me permitió compartir con sus hijos, aprender de sus próceres, admirar sus grandezas y formar una familia.

Recordar el paisaje mexicano es evocar la geografía abrupta de una nación enmarcada por dos majestuosos océanos, con poderosas cordilleras y valles extensos, de climas variados. Paisajes contrastantes y montañas con leyendas que guardan celosas el origen de su pueblo.

México es tierra de leyendas, pero también de historia forjada en el alma de cada mexicano. Historia de dos civilizaciones que se pierden en el tiempo y se entrelazan hasta formar el México de hoy. Este México pujante, cuyos hijos se levantan ante la adversidad porque creen en la grandeza de

¹Resumen redactado por la Dra. Araceli Sánchez.



su nación, ésta, su misma fe, la que hace grande a México.

Decía Andrés Henestrosa que el hombre es como su tierra. El mexicano es tierra fértil, sediento como el desierto por ser útil a su patria, indómito como sus selvas, generoso como sus valles, altivo como sus volcanes. El mexicano se forma para servir mejor a su patria y busca en universidades como La Salle una formación integral que forje su carácter y desarrolle sus capacidades.

Creo en la educación lasallista porque crecí y me formé en ella. Reafirmó en mí los valores y principios cristianos que me inculcaron mis padres y cimentó las bases para que pudiera servir mejor a mi patria. El espíritu de excelencia y superación en el trabajo, unidos a la solidaridad y caridad cristiana dan como resultado ciudadanos comprometidos con el desarrollo y bienestar de sus pueblos. Así son los hombres y mujeres que egresan de las universidades lasallistas.

DESARROLLO SOSTENIBLE

Nos hemos reunido hoy para comentar un tema de la mayor relevancia por cuanto la humanidad misma depende del compromiso que asumamos ante la destrucción sistematizada que sufre el medio ambiente.

Estamos ante un mundo donde los dogmas han caído. Hemos visto con regocijo cómo en los últimos años, los pueblos han derribado aquellos muros de la intolerancia y la opresión. Hemos visto cómo a nivel internacional, empezamos a percibir los efectos de una cada vez mayor apertura de mercados.

Hoy día se asiste a un evidente proceso de globalización de los mercados internacionales. Este fenómeno es inducido por una notoria disminución de los costos de la comunicación y el transporte, por la capacidad de algunas naciones para incorporar y difundir el progreso técnico o su sistema productivo, por el talento empresarial, y por la incorporación al mercado internacional de nuevos países.

Este proceso se apoya en la capacidad de competir en los mercados internacionales, la que está basada cada vez más en el talento, a nivel empresarial y nacional, para incorporar y difundir el progreso técnico en el sistema productivo de bienes y servicios. La incorporación y difusión del

progreso técnico contribuye a compatibilizar los objetivos de competitividad internacional con los de sustentabilidad del desarrollo.

Es tiempo de paz, de desarrollo y de crecimiento. Es tiempo para mejorar la calidad de vida de los pueblos.

Y es que hemos llegado a un punto en la historia, donde el hombre ha comprendido que el verdadero desarrollo no es posible de alcanzar sin justicia social y libertad. Que la paz, que constituye el progreso, no es posible, si antes no se logra la paz con la naturaleza. Y que el crecimiento económico no puede estar desvinculado de la protección del ambiente.

Es necesario recordar que la paz entre los hombres requiere de la paz con la naturaleza. Así como Benito Juárez sentenció que: "Entre los pueblos como entre las naciones el respeto al derecho ajeno es la paz", hoy podríamos agregar que entre los hombres como entre las naciones la convivencia armónica y el respeto a la naturaleza es la paz y la supervivencia misma de nuestra especie.

En este sentido, esta universidad juega un papel protagónico en la formación de nuevos profesionales, capaces de transformar la realidad circundante, en busca de metas altas de justicia y equidad social.

De forjar profesionales más comprometidos con su patria, para lograr un desarrollo sostenible. Un desarrollo en armonía con la naturaleza.

Es importante comprender ampliamente que el desarrollo sostenible no es la conocida trilogía de los aspectos sociales, los económicos y los ambientales. Eso no es suficiente.

El desarrollo sostenible es el manejo de los aspectos sociales y económicos, como parte de un ecosistema finito llamado planeta. Las personas son una parte de este ecosistema y dependen para su supervivencia, de los recursos naturales que éste provee.

Las demandas de la humanidad están excediendo la capacidad del planeta para proveer estos recursos básicos para su subsistencia.

Por lo tanto, la humanidad como un todo, debe disminuir la presión sobre el medio ambiente, reduciendo el consumo y la generación de



desechos. De otra manera, la habilidad de la naturaleza para mantener nuestra especie, continuará disminuyendo.

El establecer una armónica relación con la naturaleza implica, sin lugar a duda, algunas condicionantes, pero es necesario empezar estableciendo relaciones armónicas entre nuestros sistemas sociales. Para lograr la paz con la naturaleza es imprescindible primero lograr la paz social.

Un importante elemento de señalar aquí, es el hecho de que la pobreza está altamente ligada a la degradación del ambiente. A nivel mundial hay ejemplos significativos como lo son Etiopía y Haití.

En repetidas oportunidades se ha mencionado que la pobreza tiene rostro de mujer. Durante la elaboración del Proyecto Centroamericano "Mujer, Medio Ambiente y Desarrollo" en 1992, las primeras damas de nuestra región pusieron en evidencia el impacto producido por la mujer rural en su entorno. La mujer rural es, sin lugar a duda, la más pobre de los pobres. En este sentido, se debe actuar con decisión para ir erradicando la pobreza de nuestros pueblos, poniendo especial énfasis en los programas de atención a la mujer rural y jefe de familia.

La posibilidad de atenuar el impacto negativo de la contaminación y el deterioro de los recursos naturales es más factible en la medida en que aumente tanto el nivel de ingreso de las personas como su escolaridad. En definitiva, al mejorar la calidad de vida de las grandes mayorías, se reducirá el impacto que éstos producen en el medio ambiente.

Para satisfacer las necesidades de la sociedad sin deteriorar permanentemente el ambiente y los recursos naturales debemos contar con profesionales ampliamente comprometidos con el desarrollo sostenible y con la humanidad misma.

Es técnicamente imposible que los gobiernos por sí solos, a través de sus instituciones, lleguen a solventar todos los problemas ambientales que amenazan hoy en día a nuestras naciones.

Es importante que todos contribuyamos a entender lo que es el principio de la sostenibilidad, como una actitud humana y racional del entorno.

Es necesario que todos los ciudadanos se comprometan seriamente con la especie humana

y adopten la sostenibilidad como un principio general de todas las actividades diarias.

En este sentido, el papel que juega cada profesional es importantísimo, por cuanto ellos son los primeros que deben incorporar en su diario quehacer, todos y cada uno de los principios que garanticen la posibilidad de conservar la vida en nuestro planeta.

Así como sin libertad no hay justicia social, y sin ésta la democracia se marchita, de igual forma, debemos comprender que sin la protección ambiental, no es posible el verdadero desarrollo para nuestros pueblos.

Si no conservamos la naturaleza, condenamos a muerte a nuestro planeta y nos sentenciamos a muerte a nosotros mismos. La destrucción de nuestro ambiente es la caída del hombre mismo.

Es necesario resaltar que la paz entre los hombres requiere de la paz con la naturaleza; de ésta depende el futuro de la humanidad.

PROGRAMA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL EN COSTA RICA

En 1990, fui distinguido con el máximo honor que se puede conferir a un costarricense, se me designó Presidente Constitucional de la República. Desde el inicio de nuestra administración, nos propusimos iniciar un proceso de cambio y adoptar una política permanentemente enfocada al desarrollo sostenible, seguros que con el devenir de los años esta medida traería a nuestro país y al mundo beneficios y recompensas.

Desde un principio decidimos unir nuestros esfuerzos a los de otras naciones en una lucha por el desarrollo en armonía con la naturaleza. La protección del medio ambiente nos concernía a todos. Era importante: elevar la conciencia de gobiernos y países amigos sobre el tema ambiental.

La contaminación, la destrucción del medio ambiente, la extinción de las especies no conoce de fronteras. Se lanzó al mundo una proclama sobre el ambiente, con una propuesta para la construcción de un "nuevo orden ecológico de cooperación internacional". De esta manera, se contribuyó en forma concreta a plantear acciones orientadas a lograr el equilibrio entre la conservación y el desarrollo.



Entre los planteamientos de mayor relevancia podemos destacar los siguientes:

- Promover el ejercicio pleno de la soberanía nacional y el bien común internacional en la formulación de las políticas ambientales y garantizar la sustentabilidad ambiental en todo el planeta.
- Coordinar acciones para la conservación de los recursos naturales compartidos por varios países, como son los recursos de los océanos, las especies de fauna migratoria y las áreas silvestres ubicadas en zonas fronterizas o parques nacionales.
- Movilizar recursos de parte de la comunidad internacional para apoyar el campo ambiental, siendo uno de los mecanismos innovadores, el canje de deuda externa para conservación y desarrollo sostenible.
- Humanizar el crecimiento urbano y la industrialización elevando la calidad de vida y dignificación de las personas.
- Priorizar la erradicación de la marginalidad y la pobreza extrema, porque el ser humano es el principal componente del ambiente.
- Integrar a la empresa privada individual y comunitaria a los programas de protección y regeneración del ambiente.
- Incorporar el patrimonio ambiental de cada nación dentro del sistema de cuentas nacionales, para poder determinar las principales pérdidas del capital ambiental que conlleva el proceso de desarrollo y mejorar la formulación técnica de los planes y estrategias nacionales de conservación y desarrollo sostenible.
- Impulsar una estrategia energética que permita desarrollar fuentes alternativas ambientales aceptables, reduciendo el uso de las fuentes contaminantes.
- Desarrollar, difundir e integrar tecnologías relacionadas con el uso de la tierra y manejo de cuencas hidrográficas y el control de la contaminación ambiental, para que de esta forma se utilicen prácticas adecuadas al ambiente.

Se trabajó incansablemente durante todas las conferencias preparatorias a la Cumbre de Río, para traducir en ponencias concretas e insertar todos estos conceptos en los documentos generados. Fue por esta razón que al finalizar esta conferencia mundial, Costa Rica asistió con gran complacencia a firmar todos los convenios y a aprobar los términos de la Agenda 21.

A nivel nacional, también logramos iniciar un proceso en el cual se elevó, finalmente, a rango constitucional "Las Garantías Ambientales" y se promovió la aprobación de una "Ley Orgánica del Ambiente", entre otras.

A nivel de planificación nacional, fuimos el primer gobierno en la historia costarricense, que incluyó en su "Plan Nacional de Desarrollo" un programa ambiental con carácter estratégico.

Gracias a la tradición conservacionista de los costarricenses y a los esfuerzos internos y externos realizados en favor de la protección del ambiente, Costa Rica ha recibido dos reconocimientos que nos han estimulado aún más a seguir por el camino del desarrollo sostenible.

EL CONSEJO DE LA TIERRA

Durante la Cumbre de Río, Costa Rica fue designada como sede del "Consejo de la Tierra", y en esa ocasión expresamos nuestro regocijo a tan alto logro. Tal distinción significó para todos mis compatriotas un incentivo para seguir adelante en la lucha por la protección del medio ambiente.

El Consejo de la Tierra inició labores en septiembre de 1992, con el apoyo logístico y financiero de instituciones y países, que como el nuestro, se identifican plenamente con sus objetivos.

La idea de crear una institución orientada primordialmente a dar seguimiento a los acuerdos tomados en la Cumbre de Río y para apoyar las acciones de los diferentes países en su búsqueda por el desarrollo sostenible, fue promovida arduamente por el gobierno de Costa Rica en todas las reuniones preparatorias a la conferencia de Río de Janeiro.

Para Costa Rica era clara la necesidad de crear una institución no gubernamental, respaldada por las Naciones Unidas, para que desde una perspectiva independiente, realizara el



seguimiento de los acuerdos de esta conferencia mundial.

Sus acciones están organizadas en varios programas básicos de los cuales, me permitiré hacer referencia a los más importantes.

En primer lugar, el Programa de Seguimiento e Informe de la Tierra, tiene como objetivo primordial el promover mecanismos participativos para dar a conocer los progresos de los gobiernos y de la sociedad civil, en la búsqueda del desarrollo sostenible, cotejándolas con los compromisos originales de la Agenda 21. En este sentido, revistas y boletines periódicos elaborados por el Consejo, son distribuidos a nivel mundial, por medio de Internet y medios impresos.

Otro programa de gran importancia e impacto a gran escala es el Programa para Facilitar las Iniciativas de los Pueblos, para dar voz a aquéllos que no la han tenido. Es por medio de este programa que se ayuda a que las comunidades e instituciones de la sociedad civil, para que puedan tener mayor injerencia en la toma de decisiones, estimulando la formación de los Consejos Nacionales de Desarrollo Sostenible y entidades similares. En este sentido, el Consejo de la Tierra ha promovido las reuniones regionales de los Consejos Nacionales de Desarrollo Sostenible en cuatro continentes, para permitir el intercambio de experiencias.

Otro programa al que quisiera hacer referencia, es el Programa de Indicadores de Desarrollo Sostenible y la función del Ombudsman, o defensor del pueblo. Éste busca promover el cambio de actitudes para desarrollar la sociedad hacia valores éticos y morales que faciliten lograr el desarrollo sostenible, a través del compromiso personal, social y gubernamental.

Paralelamente, se busca desarrollar un mecanismo global, con autoridad, independiente e imparcial, que promueva la creación de rutas apropiadas para la solución de conflictos, particularmente aquéllos donde existen mecanismos no viables o efectivos. Todo dirigido decididamente a combatir la iniquidad y la injusticia, que le impide a los pueblos lograr mejores niveles de vida dentro del marco del desarrollo sostenible.

Es innegable que el desempeño del Consejo de la Tierra, desde que iniciara sus labores en 1992, ha sido de trascendental importancia para darle

seguimiento a los objetivos de la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo.

También durante mi administración, Italia distinguió a Costa Rica con el premio internacional sobre ambiente: "San Francisco de Asís, cántico a todas las criaturas".

Estos reconocimientos estimulan y comprometen a los costarricenses, en especial a las nuevas generaciones que aprenden en las aulas, que salvar a la naturaleza y salvar la Tierra es, hoy en día, una consigna para salvarnos a nosotros mismos.

En efecto, salvar la Tierra es una consigna de profundo significado humano. Al salvar la Tierra salvamos al género humano. Como ha dicho su santidad Juan Pablo II: "Entre las señales positivas del presente, hay que señalar... lo que hoy se llama la preocupación ecológica".

Si desde hace más de un siglo la doctrina social de la Iglesia nos llama a enfrentar los problemas humanos con conciencia social, esa misma doctrina nos llama ahora a enfrentar los problemas del mundo con conciencia ambiental.

Los costarricenses podemos decir con satisfacción que un 28% del territorio nacional se encuentra bajo alguna categoría de protección del ambiente y de la naturaleza; hemos introducido el tema ambiental en los programas de enseñanza; aprobamos el Convenio Constitutivo de la Comisión Centroamericana del Ambiente y Desarrollo; dimos nuestra adhesión al Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono y creamos la Ley de Vida Silvestre, entre otras acciones concretas. Con todo lo anterior, reafirmamos nuestra determinación de continuar en la lucha ambiental.

CONCLUSIONES

Queridos Amigos:

Mexicanos y costarricenses, tenemos historias y destinos comunes. Compartimos un mismo escenario histórico y geográfico. Nos nutrimos de las mismas herencias culturales y lingüísticas.

México y Costa Rica, Costa Rica y México, naciones hermanas en mil causas nobles, son



ahora también naciones hermanas en el camino del desarrollo en armonía con la naturaleza.

Nos toca ahora hermanarnos en una lucha por el uso sostenible y prudente de los recursos de la tierra, pues somos conscientes que en ello se encierra el futuro de nuestros hijos. El desarrollo al que aspiran nuestros pueblos no debe lograrse a expensas de ulteriores generaciones, ni de amenazar la supervivencia de otras especies.

Nos toca hermanarnos en una lucha por realizar a plenitud el ideal del desarrollo con rostro humano y en armonía con la naturaleza.

Muchas gracias.



LA DIMENSIÓN POBLACIONAL EN LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

Jorge Dehays Rocha
FLACSO-México

RESUMEN

El presente trabajo toma como punto de partida el papel tan importante que presenta el carácter humano y lo que desea rescatar ya sea en las dimensiones culturales, sociales o demográficas. En estas líneas se comentarán algunas propuestas teóricas y puntos conflictivos que han tenido relevancia en la discusión sobre el papel de la población en el deterioro de los recursos naturales (Medio Ambiente).

ABSTRACT

The current work gives us a new vision about the causes of the environmental problem. It takes as a starting point the relevance that shows the human character and what we pretend to rescue in the cultural, social, and demographic dimension. In these lines we will comment some theoretical propositions and the most conflictive points that have been relevant in the discussion about the roll of the population in the damage of the natural resources (environment).

"El universo requiere la eternidad... Por eso afirman que la conservación de este mundo es una perpetua creación, y que los verbos conservar y crear, tan enemistados aquí son sinónimos en el cielo"

Historia de la Eternidad
Jorge Luis Borges.

Los significados atribuidos a los señalados eventos son producto de un esquema valorativo proveniente de un acervo social y cultural consolidados a través del tiempo y plasmados en modelos o estilos de desarrollo que en la actualidad parecen tropezarse a cada paso con el funcionamiento y la dinámica propia del medio natural. Este distanciamiento entre los propósitos sociales y el supuesto "respeto" que la naturaleza reclama, requiere con la mayor celeridad, que se establezca un nuevo pacto entre *homo* y *natura*.

INTRODUCCIÓN

Con frecuencia, cuando leemos un trabajo referido al Medio Ambiente, nos da la impresión de que la naturaleza del problema al que se hace alusión en él es de índole exclusivamente natural o biofísico, poniéndose en evidencia la ausencia de un reconocimiento central al carácter eminentemente humano del problema ambiental. Pensemos que, si no fuera porque la humanidad y, su reproducción a través del tiempo, se encuentran en peligro, los procesos de contaminación (en todos sus tipos), erosión, desertificación y deforestación, entre otros desequilibrios de gran escala, no pasarían de ser meros eventos dentro de la evolución "natural" de los sistemas orgánicos e inorgánicos del planeta.

LA PROPUESTA MALTHUSIANA

Los esfuerzos por relacionar a la población y su dinámica demográfica, con el tema del ambiente no son nuevos. Uno de los primeros y más importantes aportes, fueron hechos por el economista inglés Thomas R. Malthus (1766-1834) a fines del siglo XVIII.

El planteamiento Malthusiano básico supone que el crecimiento natural de la población se da en progresión geométrica (2-4-8-16-32, etc), y que el crecimiento de la producción de alimento o bienes para abastecer a la población adopta la forma de una progresión aritmética (1-2-3-4-5, etc). De estos dos principios arranca la



conclusión central de su propuesta, la cual es que los hombres pueden llegar a reproducirse como los animales si no se les pone freno y, que llegará un momento en que los alimentos no alcancen para alimentar a toda la población. Ante esto, identificó los llamados frenos positivos y preventivos para el crecimiento poblacional. Los frenos positivos son aquellos acontecimientos que contribuyen a acortar la duración natural de la vida como, por ejemplo, los eventos que incrementan los niveles de inmortalidad derivados de la escasez de alimentos, pestes, hambrunas, etc. En cambio, los frenos preventivos hacen referencia a la capacidad de los seres humanos de prever acontecimientos futuros y, en consecuencia, de implementar estrategias como la postergación del matrimonio, el espaciamiento de los hijos o la limitación del tamaño de la familia.

Esto dio lugar a que dos ideas dominaran la discusión sobre los recursos y la población. La primera es poner de relieve la casi ilimitada capacidad de reproducción de las poblaciones humanas; la segunda su contraparte, el carácter finito de la capacidad de producir alimentos.

La gran aceptación de esta propuesta ha dado lugar a que hoy se considere al crecimiento poblacional como la principal y, en algunos casos, como la única causa del deterioro ambiental. Esto lleva a que, en la mayoría de los países del tercer mundo se implementen políticas pro-reducción de la natalidad con el fin de controlar esta variable. Sin embargo, en los círculos más académicos, esta relación entre la población y el ambiente ha sido muy criticada, dado su falta de consideración de aspectos sociales, tecnológicos, culturales y económicos que están mediando esa "preocupante" capacidad para producir alimentos.

LA RELACIÓN TECNOLÓGICA DE BOSERUP

Un planteamiento que ha permitido una nueva forma de ver la relación entre la población y los recursos (el ambiente), proviene de los planteamientos de Ester Boserup presentados a la comunidad científica a mediados de los sesenta. Lo que Boserup hace, es cambiar la lógica del planteamiento Malthusiano y resolver el problema del carácter finito de los medios de

subsistencia. Esta autora señala, que la necesidad de más alimentos es el factor que moviliza a la población hacia la innovación tecnológica. Lo interesante de su propuesta es que el crecimiento poblacional ya no es visto como un hecho perjudicial para el desarrollo de las sociedades, por el contrario, es una "precondición" para la introducción de la técnica en el proceso de producción de alimentos. Así, aquella relación que tanto preocupaba a Malthus, es decir, que la capacidad de crecimiento poblacional no podía ser equiparada por la capacidad de incrementar la producción de alimentos, queda resuelta a través de la innovación tecnológica y creatividad humana, supuestamente sin límites.

LA CAPACIDAD DE CARGA

Un concepto alternativo que ha definido posiciones con respecto al papel de la población en la generación de los problemas, es la idea de "Capacidad de carga" o capacidad de los ecosistemas para soportar demandas específicas de bienes por parte de una población. Aquí, la relación entre el ritmo creciente de la población y el medio ambiente se da a partir de la cantidad de kilocalorías que necesita cada ser humano para vivir y la oferta de bienes que el ecosistema pertinente está en posibilidades de hacer. Por ser un concepto que deviene del desarrollo de la ecología y que surge de su aplicación a poblaciones vegetales y animales, su aplicación a las poblaciones humanas es confusa.

En efecto, estimar con precisión umbrales (máximos) a partir de los cuales se puede aplicar la noción de exceso, se topa con la dificultad de encontrar criterios que sean válidos en todos los espacios, tiempo y grupos humanos. La mayoría de las veces, su uso ha estado cargado de un sentido mecanicista, ya que, bajo esta idea la población tiene una papel que se traduce en "Presión Demográfica" (presión de números-personas sobre recursos), y no se consideran los arreglos sociales, culturales y demográficos que pueden hacer que no exista presión sobre el medio, aún en presencia de crecimiento poblacional. Es curioso que no se haya planteado la estimación de umbrales mínimos para la explotación sustentable de los recursos de un ecosistema; es posible que la excesiva preocupación por los números limite la capacidad de análisis.



Para valorar el papel de la población no basta con contar individuos, calcular su ritmo de crecimiento anual y hacer proyecciones futuras de éste para saber lo que le espera al ecosistema. Los individuos perciben determinadas cosas en función de valoraciones y significados específicos, elaboran estrategias y se organizan de determinada forma de acuerdo a patrones dominantes de desarrollo. Este es en el fondo un problema social, y es, como queremos insistir, de naturaleza humana, al menos en su mayor parte.

LA POBREZA COMO PROBLEMA HUMANO

Para finalizar, creemos importante comentar uno de los problemas que se han visto más claramente vinculados a los problemas ambientales, este es el tema de la pobreza. Al respecto, se ha señalado en documentos oficiales como el Informe Brundtland de Naciones Unidas en 1987, lo siguiente: "los pobres son causa de la degradación ambiental y, la solución, tanto para la degradación como para la pobreza es el crecimiento económico". Ante estas afirmaciones, se antoja concluir que el tema de la pobreza ha sido abordado con mucha liviandad. Si se pudiera hacer un registro exhaustivo de la cantidad y calidad de los deterioros y contaminaciones que son responsabilidad de la pobreza, nos daríamos cuenta que nos estamos refiriendo al grupo de la población con la menor capacidad en este sentido.

Los pobres urbanos, por su condición, tienen a su haber mínimos aportes de contaminación atmosférica, ya que no poseen vehículos, ni tienen fábricas contaminantes. Los deterioros al medio, más que provocarlos, parecen padecerlos. En efecto, las características de los asentamientos a los que pueden acceder la mayoría de los millones de pobres en los países del tercer mundo, coinciden con aquellos espacios de menor valor comercial, sin servicios urbanos y expuestos a un abanico de catástrofes naturales. A saber, las inestables laderas de los cerros, los lechos de los ríos cercanos a las grandes ciudades, entre otros espacios precarios, son escenario de frecuentes deslizamientos, aluviones o inundaciones que se encargan de recordarle a los pobres, que no han tenido la fortuna de vivir en los mejores espacios del planeta. Asimismo, en el ámbito rural, la pobreza sólo ha tenido

una responsabilidad marginal en los procesos de deforestación, erosión y contaminación de las aguas continentales.

COMENTARIOS FINALES

El objetivo de estas breves reflexiones ha sido llamar la atención sobre el carácter humano de los problemas ambientales. Esperamos que las propuestas que hemos presentado generen una actitud reflexiva en torno a la relación entre la población y el ambiente. Sabemos que las perspectivas teóricas y los conceptos que hemos presentado no agotan ni pretenden agotar este tema, ya que existen otras dimensiones de la realidad humana como la cultural-simbólica, la económica y la ética, entre otras, que necesitan ser exploradas con mayor profundidad y en una perspectiva que las relacione unas con otras.

Quizás, una de las únicas certezas sobre este objeto, sea la abismante complejidad que caracteriza su abordaje, situación que requiere abandonar el simplismo y comenzar a buscar paso a paso las posibles conexiones e intermediaciones entre diferentes niveles de la realidad humana y el medio natural, a partir de un trabajo interdisciplinario que convoque a las diferentes disciplinas que se harán cargo del trozo de realidad que le es pertinente, pero bajo un mismo objetivo general.

REFERENCIAS

1. Malthus, Thomas R., *Ensayo sobre el principio de la población*, Fondo de Cultura Económica, México, 1986; Primera edición en Inglés, 1798.
2. Boserup, E., *The conditions of agricultural growth*, Chicago, Aldine, 1965.
3. Maihold, G. y Urquidí, V., *Diálogo con nuestro futuro común: perspectivas latinoamericanas del Informe Brundtland*. Fundación Friedrich Ebert-México, Caracas, Ediciones Nueva sociedad, 1990.



UNIVERSIDAD LA SALLE

SEDES ULSA

UNIVERSIDAD LA SALLE CANCUN

Super Manzana No. 18
77500 Cancún, Quintana Roo
Tel. (91)(988) 426 24
427 19
Fax. (91)(988) 704 32

UNIVERSIDAD LA SALLE CUERNAVACA

Nva. Inglaterra Esq. Nicolás Bravo
Col. San Cristóbal
62230 Cuernavaca, Mor.
Tel. (91)(73) 13 09 43
Fax. (91)(73) 11 35 28

UNIVERSIDAD LA SALLE GUADALAJARA

Luis Pérez Verdía o Calle Tepic Norte No. 361
Fracc. Ladrón de Guevara
44650 Guadalajara, Jal.
Tel. (91)(3) 616 89 20
615 60 17
Fax. (91)(3) 616 04 64

UNIVERSIDAD LA SALLE MORELIA

Av. Universidad No 500
C.P. 58880
Municipio de Tarímbaro, Michoacán
Tels. (91)(43) 17 04 87
17 05 03
17 03 82
Fax. (91)(43) 17 05 07

UNIVERSIDAD LA SALLE NOROESTE

Av. Cajeme y Chihuahua s/n
85000 Cd. Obregón, Sonora
Tel. (91)(641) 496 34
493 19
Fax. (91)(641) 496 34

UNIVERSIDAD LA SALLE PACHUCA

Belisario Domínguez No. 202
42000 Pachuca, Hgo.
Tel. (91)(771) 300 61
807 76
Fax. (91)(771) 375 58



UN PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS BASES DE CONOCIMIENTO DE UN SISTEMA EXPERTO DE TIPO "SENTIDO COMÚN"

Esther Vargas

Escuela de Ciencias de la Educación, Universidad La Salle

RESUMEN

Existen dos clases generales de sistemas expertos: los tradicionales, en los cuales los conocimientos y sus reglas son dados por expertos, y los de tipo "sentido común", los cuales son más recientes. En este segundo tipo de sistema experto, es difícil la creación de la base de conocimientos debido a que se obtiene de diferentes personas y que es de tipo incierto e impreciso. En este trabajo se presenta una metodología que consiste en: a) captar, de grandes grupos de individuos, definiciones de conceptos referentes a un tema, b) organizar los datos obtenidos por métodos estadísticos sencillos y c) construir las redes semánticas clásicas del grupo o grupos; se muestra como con esta información es posible conformar la base de datos para un sistema experto de tipo "sentido común".

ABSTRACT

There are two general kinds of expert systems: the traditional ones, which rely on knowledge and rules given by expert -usually few of them-, and other type of systems which are recently developed: expert systems based in "common sense" understanding. The creation of the basics of knowledge is difficult, because this is obtained by different persons and it is the kind uncertain and imprecise. The current study shows a methodology consisting in: a) ask to large group of individuals for definitions of concepts relating to a topic, b) organize data by simple statistical methods, and c) build classic semantic nets from data; with this information, "common sense" expert system databases can be developed.

INTRODUCCIÓN

En pocos años, los Sistemas Expertos (SE) han pasado de los laboratorios de investigación a aplicaciones específicas, en el campo industrial, médico, etc. La novedad introducida por los SE en relación con la computación clásica es esencialmente metodológica. Consiste en separar lo más posible el conocimiento de un dominio de la forma de utilizar ese conocimiento; lo que corresponde a considerar todo el conocimiento de un dominio como datos para un programa computacional, que no es entonces más que una simulación de un razonamiento sobre este conocimiento. Esta idea es simple, pero corresponde a un cambio radical en la metodología de la programación. Se trata ahora de hacer explícito, de representar, de actualizar, de enriquecer los conocimientos de un dominio, es decir, de REALIZAR UN MODELO FORMAL.

Antes de pasar a la metodología objeto de este trabajo, en primer término se presenta una breve explicación de cómo surgen y qué son los SE. Un sistema experto se puede definir como un sistema computacional en el que la base de conocimiento (conjunto de información proporcionada por un agente experto) es independiente del motor de inferencia (núcleo del sistema que pone en marcha los elementos de la base de conocimiento sobre aplicaciones específicas) que construye el razonamiento. Es por lo que se les denomina "Sistemas basados en conocimiento" (*Knowledge Base Systems*).

Estos programas tienen la particularidad de poseer el "saber hacer" de los especialistas humanos y la de obtener productos de buena calidad. Los SE **adquieren el conocimiento** especializado a través de un experto en el dominio, almacenando aquél en su base de conocimientos. La elección del formalismo utilizado para modelar ese conocimiento es



crucial para una manipulación eficaz de los datos.

Existen diferentes formalismos, dentro de los que se encuentran: lógica de primer orden, reglas de producción, objetos, esquemas, redes semánticas, etc. El más utilizado es el de reglas de producción, el cual se puede entender con el siguiente ejemplo:

"Si el coche no arranca y los faros no alumbran, entonces, existe una evidencia sugerente (0-9) de que la batería está fuera de servicio". Esta *regla* se emplea para *deducir* el hecho de que la batería está fuera de servicio, si anteriormente el sistema ha comprobado que el coche no arranca y que los faros no alumbran.

El *tratamiento del conocimiento* se realiza mediante un motor de inferencias, cuyo mecanismo de razonamiento se puede guiar, ya bien por los objetivos, ya bien por los datos.

Los sistemas expertos se destacan por su formalismo de *representación del conocimiento* y por su mecanismo de razonamiento. Una de las primeras investigaciones en SE fue la realizada por Feigenbaum, Buchanan y Lederberg, desde 1965, con el programa DENDRAL. Se interesaron en la representación de los mecanismos de razonamiento inductivo y empírico concierne al problema de "construir la mejor hipótesis que dé una buena interpretación de un conjunto de datos"; el área de experimentación elegida fue el análisis químico de los datos del espectrómetro de masas.

Enseguida, este programa planteó la problemática central de la representación y estructuración del conocimiento, puesto que el número de parámetros a tener en cuenta estaba también limitado. DENDRAL, que poseía un inmenso bagaje de conocimiento especializado tenía un grave inconveniente: el conocimiento propio del dominio estaba integrado de forma clásica en los mecanismos de razonamiento y, por consiguiente, la menor modificación de este conocimiento conlleva a costos computacionales de actualización muy elevados. Por estas razones se impuso la necesidad fundamental de separar el conocimiento de los mecanismos de razonamiento.

La arquitectura de un SE (Figura 1) está organizada alrededor de tres elementos principales:

a) *Base de conocimientos*. Estructuras de datos que contienen el conjunto de conocimientos especializados introducidos por el experto del dominio. Se pueden asociar a una memoria permanente, están formadas por objetos, relaciones, casos particulares, excepciones, estrategias de resolución de problemas, condiciones de aplicación.

La constitución de la base de conocimientos es un proceso largo y delicado, puesto que es necesario extraer ese conocimiento del experto y transferirlo al SE. Este proceso constituye un dominio de investigación muy importante, denominado *cognimática* o ingeniería de conocimiento.

b) *Motor de inferencias*. Es el núcleo del sistema, ya que pone en acción los elementos de la base de conocimiento para construir los razonamientos. Ejecuta las deducciones en el curso del proceso de resolución.

c) *Base de hechos*. Memoria auxiliar que contiene a la vez los datos del usuario (hechos iniciales que describen el enunciado del problema a resolver) y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del procedimiento de deducción.

Además de estos tres elementos, se incluyen los siguientes módulos de interfase:

- Interfase de usuario o sistema de consulta.
- Módulo de explicaciones, el cual permite trazar el camino tomado en el razonamiento.
- Módulo de adquisición de conocimiento.

SISTEMAS EXPERTOS DE TIPO "SENTIDO COMÚN"

Los tipos de conocimiento que son representados y utilizados en los SE, tradicionalmente son de 3 clases:

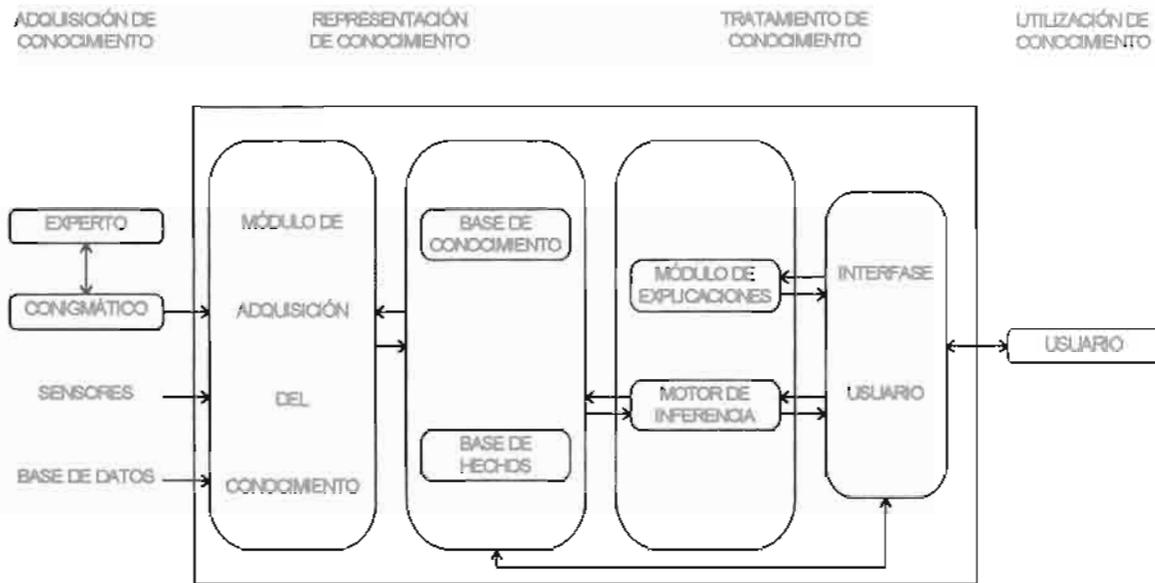


Figura 1. Arquitectura de un Sistema Experto.

a) *Conocimiento con reglas rígidas*, el cual es fijo, como sería el SE desarrollado por Digital para ensamblar los diferentes tipos de máquinas VAX que ellos construyen, de tal forma que no falten piezas o partes de equipo (1). Los sistemas normalmente asesoran a los usuarios dando información complementaria, como en este caso qué es una máquina VAX y cómo opera. Este conocimiento normalmente viene de los manuales de operación y ensamblado de la máquina.

b) *SE con conocimiento experiencial*, o sea, situaciones donde algunos expertos han acumulado una gran cantidad de conocimiento y éste ayuda en ciertas tareas o situaciones. Un ejemplo típico, es el sistema de la General Electric para el diagnóstico de descompostura de locomotoras. Este conocimiento normalmente se obtiene de personas con mucha experiencia en el área específica de trabajo.

c) *Conocimiento con bases de datos de tipo probabilístico*. En este caso, el conocimiento está fuertemente marcado por valores de probabilidad o, en los casos más recientes, por análisis de probabilidad condicionales encadenados (2-4).

Sin embargo, el conocimiento que utilizan los humanos en la vida diaria, -en una gran

cantidad de situaciones- no es conocimiento fijo o exacto ni tampoco es probabilístico, en algunos casos, está dado por la experiencia -pero no por la experiencia individual, sino por la experiencia social-. A este tipo de conocimiento se le llama en las ciencias sociales, conocimiento de "sentido común". Si bien en una primera aproximación pareciera ser que esta forma de conocimiento no es tan importante como lo es el "preciso" de las ciencias Físicas o Ingeniería; desde otro punto de vista, este conocimiento determina el comportamiento de los humanos. Por ejemplo, el comportamiento político, ya sea en situaciones específicas -como sería la conducta de voto- o un poco más en general, en las ideas políticas de los grupos o personas.

En esta situación el conocimiento no es de tipo factual, sino que es una integración de hechos factuales, chismes, actitudes, atribuciones, prejuicios, valores éticos, etc., los cuales determinan un conocimiento político de sentido común. Este conocimiento obviamente es diferente al que poseen las ciencias políticas, el cual es más preciso y exacto. Como se puede ver en este ejemplo, este conocimiento de "sentido común" es una suma muy extraña de experiencias y de datos generados en la sociedad; en la vida diaria y en la sociedad contemporánea, este conocimiento



tiene grandes efectos en la sociedad, y en muchos casos en la ciencia.

Otro ejemplo interesante de conocimiento de sentido común, es el que tienen los grupos específicos de lo que es la "enfermedad", el cual es muy diferente al conocimiento médico exacto (5). Muy conocidos son los casos, en donde los sujetos están técnicamente enfermos, pero si no se dan cuenta o están motivados por algo especial -y dado que su concepción de "sentirse enfermo" es diferente- pueden desarrollar sus actividades normales, aún con síntomas como temperatura elevada y otras molestias.

En la literatura técnica contemporánea, ha habido una fuerte discusión, ya que esta clase de conocimiento parece ser substancialmente diferente al conocimiento que se trabaja tradicionalmente en los SE (6-7).

Uno de los aspectos más importantes es que, en el conocimiento de los SE tradicionales, las lógicas que se utilizan están fuertemente ancladas en las lógicas formales que conocemos, como es la lógica matemática normal, la lógica borrosa (*fuzzy logic*), la bayesiana, etc.

En cambio, la lógica que está "embebida" en el conocimiento de sentido común, está más marcada por relaciones de información que en muchos casos pueden ser arbitrarias, y no por una lógica clásica. Sin embargo, es indudable que sí existe una "lógica" del conocimiento de sentido común, la cual está dada por las estructuras de conocimiento y no por una meta-estructura formal o semi-formal. A este tipo de lógica, que tiene reglas muy especiales y difíciles de estudiar, se le ha denominado "lógica natural" (8-10).

Por lo anteriormente expuesto, se considera que una aproximación útil en la creación y desarrollo de SE, que operen con conocimiento de sentido común, es la teoría clásica de "redes semánticas" desarrollada por Collins & Quillian en 1969 (11), en la cual el significado está representado por redes de conceptos que tienen diferentes formas de conexión entre sus elementos o nodos. Esta teoría ha tenido una fuerte parte computacional -que en general es conocida como teoría de "frames" (marcos)-. Por otro lado, el desarrollo de las redes semánticas artificiales -en particular en la teoría

de *Parallel Distributed Processing* (PDP) (12)-, ha sido la base de la Neurocomputación moderna.

Tanto en la creación de SE clásicos como en la moderna Inteligencia Artificial (I.A.) basada en las Neurocomputadoras; la teoría y procedimientos de las "Redes Semánticas" (R.S.) han sido un aspecto que los científicos computacionales han descuidado, siendo que una de las partes más importantes del origen de estos trabajos se encuentra en los intentos, a fines de los años 70's, por crear teorías formales de cómo se representa o almacena el significado en los humanos. Los orígenes teóricos de este tipo de trabajos fueron dados por el mismo Von-Neumann, uno de los padres de las computadoras clásicas, quien estudió, por un lado, los Automatas Celulares y por el otro lado, las posibilidades de computadoras basadas en el supuesto funcionamiento del cerebro humano (13).

En el presente trabajo, se presenta un breve resumen de la teoría de las R.S., así como la implementación de un procedimiento específico para elaborar bancos de datos relacionales, con especial énfasis en los pasos específicos que se tienen que realizar para la creación de estos bancos de información, en SE clásicos y neurocomputacionales, de tipo "sentido común".

LA TEORÍA Y TÉCNICA DE LAS REDES SEMÁNTICAS NATURALES

En los trabajos sobre representación del conocimiento en humanos, a fines de los años 60's, surgió la teoría de "Redes Semánticas"; esta teoría afirma que el conocimiento está dado por nodos de información y la relación que existe entre esos nodos. En los años recientes, se han implementado una gran cantidad de sistemas de representación de información en I.A., en cuya construcción se utiliza esta teoría. Por ejemplo, PROSPECTOR es un SE, desarrollado en 1974 en la Universidad de Stanford por Duda & Konolige, especialistas en prospección minera. El programa ha obtenido resultados espectaculares, puesto que ha sido capaz de deducir que una parte del depósito de pórfido de molibdeno, ya explotado, debía encontrarse en otro yacimiento que los geólogos no habían sabido detectar hasta entonces (este



yacimiento estaba valorado en cientos de millones de dólares).

Ya mencionamos que la evolución computacional de las R.S. es la Teoría de *frames*. Sin embargo, existe una distinción teórica muy importante, entre la forma de representación en sujetos humanos y su implementación en teoría computacional. Esta distinción consiste en que: en la teoría de redes, se habla de nodos, relaciones y otros tipos de procedimientos de interacción de la información; en su forma ortodoxa, esta teoría estaba hablando de procesamiento paralelo y es una de las bases de lo que hoy conocemos como neurocomputadoras. En cambio, en la teoría de *frames*, se habla de *stacks*, apuntadores, *slots* o posiciones y *fillers*; lo cual da una gran ventaja para su implementación en un sistema computacional con un solo procesador.

Sin embargo, el desarrollo de las "redes semánticas naturales" (RSN), esto es, el conocimiento derivado directamente de las formas de almacenar y relacionar información de los humanos, ha sido escaso. El modelo de RSN, fue publicado en 1976 por Figueroa y otros Investigadores, y a partir de este trabajo original, en Latinoamérica ha habido un fuerte desarrollo de esta clase de modelos, y en la actualidad hay más de 250 trabajos publicados con esta aproximación.

Se ha mostrado experimentalmente que estas RSN obtenidas mediante estos procedimientos, son muy confiables en su forma de representar el conocimiento de grupos específicos (14-18). Se han hecho una gran cantidad de estudios utilizando estas técnicas, en particular la investigación en la Psicología Social Experimental, ha permitido validar las redes semánticas naturales (19).

EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA RSN

En general, desde esta perspectiva, la investigación experimental desde sus comienzos, se puede organizar en dos grandes grupos, en donde independientemente del modelo que se utilice se encuentra que la forma como se trabajan las redes es: a) por medio de clasificaciones o taxonomías artificiales, como en el caso de Collins y

Quillian (11), que es una taxonomía biológica o b) por medio de listas de atributos o relaciones que el investigador presupone es una red semántica, como en el caso de Norman y Rumelhart (20).

En su forma esencial (16) la teoría de redes semánticas postula que la información contenida en memoria a largo plazo está organizada en forma de redes de información, en donde las palabras o eventos forman relaciones "naturales", las cuales como conjuntos de palabras (*sets*) sirven para conformar el significado. Así, por ejemplo, la palabra MANZANA está relacionada en una red con las palabras: rojo, fruta, árbol, redondo, dulce, etc.

Para realizar estos estudios se requiere desarrollar una técnica que en primer lugar permita obtener cuáles son los elementos de la red y en segundo lugar que pueda describir en forma cuantitativa cuáles son las relaciones entre los elementos. Figueroa *et al* (15) han elaborado formas simples y efectivas de cuantificar diferentes aspectos de la red: riqueza, densidad, distancia entre conceptos, consenso entre grupos, consenso de cada individuo con su grupo, etc.

El término "natural" se refiere a que los nodos o definidoras, al ser generados por los sujetos (y no presupuestos por el investigador) permiten conocer cómo es que los sujetos organizan la información en su memoria. Sin embargo, en este modelo las relaciones están determinadas solamente por la distancia entre los nodos y se restringen a ser "definidor de" o "definido por" otros al mismo tiempo (aspecto activo del proceso de manipulación con la información en Memoria (reconstrucción)). A continuación se presenta una descripción de la manera de obtener "redes semánticas", así como las características de su implementación en un sistema computacional de tipo SE.

IMPLEMENTACIÓN COMPUTACIONAL DEL SISTEMA

El sistema captura, de sujetos humanos, la información acerca de la temática con la que se pretenda formar la base de conocimientos. La operación se realiza en tres etapas:



ETAPA 1. En esta primera etapa, el investigador decide el área que le interesa estudiar y los conceptos más relevantes de la misma (se recomienda 20 a 30 conceptos). Por ejemplo, si se desea conformar una base de conocimientos políticos, podría elegirse la siguiente lista de conceptos: Poder, Negociación, Democracia, Izquierda, Gobierno, Representantes, Libertad, Elecciones, Acuerdos, Justicia, Gobernante, Política, Ciudad, Presidente, Dedazo.

ETAPA 2. El sistema pide a cada uno de los sujetos que definan los conceptos presentados, y con las respuestas va formando la base de datos sobre el tema en particular. En la figura 2 se presenta el diagrama de flujo correspondiente a esta etapa. El procedimiento consiste en definir estos conceptos por medio de sustantivos, adjetivos, verbos o adverbios, pero sin utilizar artículos, preposiciones ni alguna otra partícula gramatical. Después de que los sujetos anotan todas las palabras definidoras de cada concepto, se les pide que las jerarquicen, es decir, que anoten el número 1 a la palabra que mejor defina el concepto, el número 2 a la que lo haga en segundo lugar, y así sucesivamente hasta agotar todas las palabras definidoras de cada concepto. Se les proporcionan ejemplos como el siguiente:

Concepto:

MANZANA

Definidoras:

roja (2), fruta (1), árbol (3), dulce(4).

donde: el número indica el orden de jerarquización que ocupa cada definidora (bloque I de la figura 2).

Con estos datos obtenidos con poblaciones de sujetos humanos, el sistema depura la información (por ejemplo: errores ortográficos, sinónimos, género de la palabra definidora, plurales, etc.) y obtiene las redes de conocimiento de las temáticas específicas (bloque II de la figura 2). A partir de esta información, se pueden calcular diferentes valores cuantitativos, que permiten conocer algunos aspectos de la riqueza semántica y de relaciones del conocimiento de los sujetos (bloque III de la figura 2):

1) **VALOR J** - Para cada concepto se enlistan todas las palabras definidoras

diferentes generadas por un grupo de sujetos y se obtiene el número total de definidoras, es decir, se cuantifica la RIQUEZA DE LA RED.

2) **VALOR M** - Se obtiene una matriz de doble entrada en donde las columnas corresponden a el orden de importancia (1o., 2o., etc.) y los renglones a las definidoras generadas. En cada casilla está la frecuencia de uso. Se realiza una operación para obtener una puntuación para cada definidora (PESO SEMÁNTICO) que pondere el valor de frecuencia de mención con la importancia asignada a la misma. Este sistema de puntuación permite cuantificar y diferenciar la importancia que dan los sujetos a cada una de las palabras definidoras en la red semántica generada para un concepto específico.

3) **CONJUNTO SAM** - es el grupo de las 10 definidoras de valor M más alto, generadas por un grupo para cada concepto, y constituye la RED SEMÁNTICA base de tal concepto (bloque IV de la Figura 2).

4) **VALOR FMG** - se toma el conjunto SAM para cada concepto y a la primera palabra definidora -es decir, a la de valor M más alto- se le asigna un valor de 100% y se determina el porcentaje de las siguientes palabras definidoras con respecto a la primera. Este valor permite cuantificar la distancia entre las palabras.

Durante esta etapa, el sistema va a conformar una o varias bases de datos, en donde cada una de éstas tiene una serie de valores cuantitativos que lo representan.

ETAPA 3. En esta etapa, hay varias alternativas que se pueden seguir para utilizar el sistema, la más importante es analizar las redes semánticas y emplearlas como predictores de eventos, con base en el conocimiento que está en la red. Por ejemplo, en ciertas redes de conceptos políticos en México y en Venezuela, se ha visto que éstos son un claro predictor de acciones políticas contra el Gobierno (21, 22).

Otra alternativa es comparar el conocimiento individual de un sujeto en particular, con el del grupo total y ver que tanto se aproxima o aleja de él, en forma cuantitativa y cualitativa (23). Una opción distinta es comparar redes de diferentes grupos sociales;



en esta misma forma se puede ver la evolución de las redes de conocimiento de diferentes grupos (18).

Dado que la tercera etapa está dada por un sistema relacional, es posible obtener las redes de diferentes grupos mezclados en forma de bases de datos relacionales.

DESARROLLO AUTOMÁTICO DEL SISTEMA EXPERTO PROPUESTO

En los años recientes, ha habido un desarrollo substancial de toda una subdisciplina que es conocida como "machine learning" (máquinas que aprenden) (24), la cual, al igual que la Neurocomputación, no es nueva y se han reportado diversos trabajos (25), en los cuales se fundamenta esta subdisciplina. La idea principal en "machine learning" y así mismo su meta, es encontrar y definir en forma precisa, algoritmos matemáticos o computacionales que permitan que una máquina "aprenda"; esto es, que reduzca el número de errores con el paso

del tiempo y que aumente o extraiga información de su experiencia de funcionamiento. Existen ideas teóricas de cómo formalizar estos modelos de aprendizaje en máquina, el más conocido es el de Valiant (26, 27).

Sin embargo, existe otra alternativa a la de los algoritmos de aprendizaje específico, que está relacionada con la idea neurocomputacional de que es la estructura de la computadora -que está cableada en una forma particular (un paradigma neurocomputacional)- la que determina el aprendizaje. Lo que aquí se propone es que la forma de extraer, la forma de ir almacenando y la forma de ir clasificando los datos en una situación de RSN, es en sí un paradigma de "machine learning", con la diferencia de que el algoritmo es más que todo un procedimiento sencillo de interrogación, análisis de frecuencia, y almacenamiento de la información, y el resultado es un SE restringido, de tipo "sentido común".

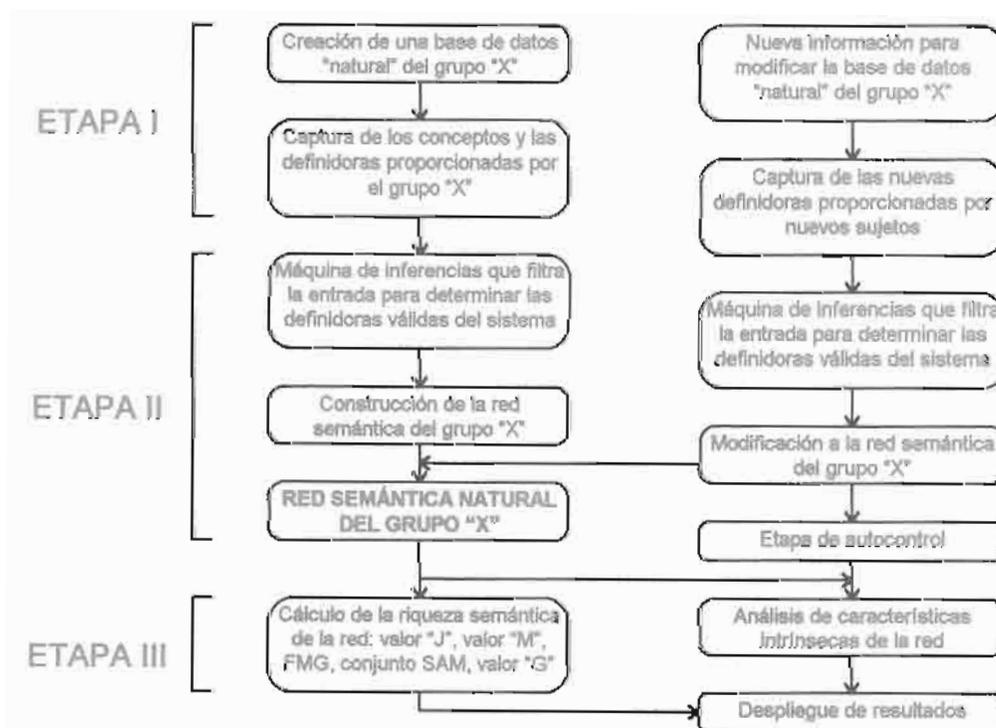


Figura 2. Implementación en una computadora de un sistema automático para generar Sistemas Expertos de tipo "sentido común". Modo de creación y autocontrol de la red semántica de un grupo "X".



CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA

Estos SE de sentido común, contruidos con la teoría de RSN, tienen varias propiedades intrínsecas a su desarrollo e implementación que los hace especiales, y al mismo tiempo muy atractivos:

a) Nos permiten trabajar con la semántica "natural" debido a que las redes de conocimiento, están definidas por sujetos humanos en su uso diario (contextual), en donde el significado está dado por una serie de nodos e interacciones de diferentes tipos entre los nodos o conceptos.

b) La forma de manejo de este conocimiento es de tipo inductivo (frecuencial).

c) Esencialmente, son sistemas que en forma automática van presentando a los sujetos una serie de conceptos, los cuales se tienen que definir y automáticamente se desarrolla el análisis y forma la base de datos y relaciones. Es decir, el aparato definidor es un sistema que aprende constantemente, a medida que va incorporando nueva información a las redes (*sistema de aprendizaje automático*).

d) Su comportamiento es estadístico, y la definición de un concepto se va haciendo más segura (esto es, su lista de definidoras), en cuanto más sujetos se interroguen; pero a partir de un cierto momento, si el grupo de sujetos no cambia, la lista de definidoras se estabiliza.

e) Un cambio en la base de datos central, sólo puede ser dado por un cambio substancial del tipo de sujetos que son interrogados. En una situación sencilla, si se trabaja con tipos de sujetos que pertenecen al mismo grupo de referencia -desde un punto de vista social-, el comportamiento del sistema de base de datos es muy estable. Pero si se cambia de grupo de sujetos, el comportamiento de la base de datos puede ser diferente; y se pueden generar parámetros numéricos y conceptuales, que marquen la diferencia entre los grupos; un ejemplo, se sabe que grupos de ideología diferente, van a generar bases de datos diferentes (21).

f) En determinadas situaciones, permite su utilización para distinguir entre sujetos

"expertos" vs. sujetos "novatos", con base en la comparación de las redes semánticas y de cercano o lejano que su definición esté de la red "correcta".

g) Debido a las características de estos SE, son muy poco eficientes cuando se trabaja con conceptos técnicos, por ejemplo, conceptos de la Física o de la Ingeniería; y son muy efectivos y se muestra su potencia, cuando trabajan con conceptos de tipo experiencial. Por ejemplo los conceptos de gobierno, estado, progreso, amor y enfermedad, son conceptos en los cuales estos sistemas trabajan muy bien y nos generan listas muy claras y precisas de la definición que dan diferentes grupos sociales. En este sentido, estos SE son de sentido común.

h) Este sistema trabaja en una situación de "*aprendizaje simbólico*" (*symbolic learning*), ya que la relación entre la forma en que se representa y el objeto o fenómeno a representar, es totalmente arbitraria; lo cual, desde un punto de vista computacional y de la I.A., tiene algunas ventajas y algunas desventajas (28).

i) El contenido de estos SE es fácil de entender por los humanos y a esto, Michalsky (29,30) le ha llamado "*comprehensibility principle*", y él señala que es muy importante en la teoría de *machine learning*.

j) Es posible obtener una gran cantidad de parámetros cuantitativos de estos SE, lo cual nos permite la posibilidad de desarrollar trabajo empírico y de investigación.

k) El comportamiento de la base de conocimientos está regulado por una situación de *autocontrol estadístico*, ya que es el análisis de frecuencias el que regula todo su comportamiento (es decir, la estructura de información contenida en la base de conocimientos se va automodificando y autocorrigiendo). Las definidoras que un sujeto da a un concepto, sólo tienen sentido cuando son analizadas en relación con todo el grupo; y son las definidoras dadas por la mayoría de los sujetos, las que definen los conceptos de la red, y un sujeto individual no los puede cambiar.



CONCLUSIONES

La técnica aquí descrita permite crear bases de datos naturales, tomando como criterio el conocimiento de los humanos, y al mismo tiempo nos da una serie de criterios cuantitativos que nos permiten optimizar la utilización y organización interna de bases de datos complejas. Esta técnica está firmemente anclada en las teorías y técnicas que dieron origen a las nuevas formas de I.A.; es decir, a los sistemas conexionistas o neurocomputadoras (31). Es importante señalar que una de las características que le dan poder a este tipo de sistemas es su flexibilidad y en el desarrollo de cualquier SE esta característica se tiene que conservar.

El tomar uno de los mayores desarrollos que ha habido en la teoría de memoria humana compleja, la teoría de R.S., puede ayudar en una forma específica a desarrollar formas e instrumentos para el estudio de los contenidos de conocimiento de los sujetos y de la organización del mismo, lo cual puede tener como consecuencia un impacto importante en la investigación en estas áreas de conocimiento.

Las redes así estudiadas permiten conocer cómo está representada y organizada la información en los sujetos, entender cómo se puede integrar nueva información a la ya almacenada y establecer nuevas relaciones. Este dinamismo de las redes permite explicar su constante cambio y enriquecimiento; nos abre, asimismo, la posibilidad de utilizar este conocimiento sobre la organización en Memoria en la creación de bancos de información de SE basados en conocimiento "real" de sujetos humanos (32). La ventaja adicional de utilizar datos directos obtenidos en sujetos humanos, es la posibilidad de introducir relaciones y definiciones de tipo "lógica borrosa" (*fuzzy*) (33,34), o sea, natural y de contar con un procedimiento de autoaprendizaje de las redes de información que conforman la base de conocimientos.

Si requiere mayor información, diríjase a la siguiente dirección electrónica:
evargas@sparcciulsa.ulsu.mx

REFERENCIAS

1. Levine, R y Drang, D. *AI and Expert Systems*. USA. Mc. Graw-Hill.1990.
2. Cheeseman P. A method of computing generalized Bayesian Probability values for Expert Systems. *Proc. 8th International Joint-Conference on Artificial Intelligence IJCAI-83*. Karlsruhe. 1983.
3. Pearl, Judea. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems*. USA. Morgan Kaufmann, 1988.
4. Neapolitan, Richard E. *Probabilistic Reasoning in Expert Systems*. USA. Wiley Interscience. 1990.
5. Figueroa Nazuno, J. y Vargas Medina, E. La representación social de salud y enfermedad en diferentes grupos sociales: una aproximación sociológica a la salud. *Cuarto Seminario de Investigación Educativa en Ciencias de la Salud, C.U., México*, 17-19 de nov. 1987.
6. Buchanan B. y Shortliffe E. *Rulebased Expert Systems The MYCIN Experiments*. USA. Addison Wesley. 1984.
7. Gaines, B. y Boose, J. *Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems*. USA. Academic Press, vol. I. 1988.
8. Nolt, J. E. *Informal Logic Possible Worlds and Imagination*. USA. Mc. Graw-Hill. 1984.
9. Olgún Ramírez, G. y Figueroa Nazuno, J. Solución de problemas sociales: un análisis en cognición social. *IV International Conference of Thinking*, San Juan, Pto. Rico, 17-20 august. 1989.
10. Vargas Medina, E. Solución de problemas sociales y su fundamentación con lógicas naturales. *II Seminario de Procesos Cognoscitivos*, C. de Instrumentos, UNAM, Marzo. 1991.
11. Collins, A. K. y Quillian, M. R. Retrieval type for semantic memory. *Journal of*



- verbal learning and verbal behavior*, 8, 240-47. 1969.
12. Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. y The PDP Research Group. *Parallel Distributed Processing. Explorations in the microstructure of cognition*, vols. I y II. USA. The MIT Press. 1986.
 13. Von-Neumann, J. *The computer and the brain*. New Haven and London. Yale University Press. 1958.
 14. Figueroa, J. G., González, E. y Solís, V. M. An approach to the problems of meaning: Semantic Network. *Journal of Psycholinguistical Research*, 5, 2, 1076-1115. 1976.
 15. Figueroa, J. G., Carrasco, M., Sarmiento, C., Acosta, M. y López, H. Una aproximación en la enseñanza de la Física basada en la utilización de redes semánticas. *VII Congreso Nacional de Enseñanza de la Física*, Morelia, Mich. Noviembre, 1981.
 16. Figueroa, J. G., Carrasco, M. y Sarmiento, C. Sobre la teoría de redes semánticas. *IV Encuentro Nacional y I Latino-americano de Psicología*, Guadalajara Jal. Mayo. 1982.
 17. Figueroa, J. G. La Teoría Formal M.L.S. de Representación Semántica y de conocimiento. *II Seminario de Procesos Cognoscitivos*, C. de Instrumentos, UNAM, Marzo. 1981.
 18. Vargas Medina, E. y Calzada Ugalde, C. Evolución de la representación conceptual de la física en estudiantes universitarios y preuniversitarios. *Revista del Centro de Investigación*, vol 1, No. 2, Universidad La Salle, enero, 49-62. 1994.
 19. Vargas Medina, E. y Figueroa Nazuno, J. Redes semánticas como medida de actitud, *IV Congreso Mexicano de Psicología*, 15-19 de nov. 1985.
 20. Norman, D. A., Rumelhart, D. E. y The LNR Research Group. *Explorations in Cognition*. San Francisco. Freeman. 1975.
 21. Zamudio Grave, P., López Méndez, M., Bolaños Trujano, R., Vargas Medina, E. y Figueroa Nazuno, J. Sobre la representación de eventos políticos en diversos grupos del D.F. *Primer Foro Nacional de la SOMEPSO*, México D.F., 25-27 de septiembre. 1986.
 22. Mota Botello, G. y Sanders Brocado, B. Identidad del hombre y la mujer mexicanos: crisis y perspectivas ante el siglo XXI, *Fundamentos y Crónicas de la Psicología Social Mexicana*, Año 5, Números 8 y 9, 61-71.1992.
 23. Lopez Ramírez, E. O. y Ramos Espinosa, M. T. *Sistema predictor de Índice Reprobatorio S.P.I.R. vol. 2: Modelo cognitivo y computacional*. México. CISE, UNAM. En prensa.
 24. Tsympkin, Y.Z. y Nikolic, Z.J. *Foundations of the theory of Learning systems*. USA. Academic Press. 1973.
 25. Nilsson, N. J. *Learning Machines*. USA. Mc. Graw-Hill. 1965.
 26. Valiant, L. G. A Theory of the Learnable. *Artificial Intelligence and Language Processing*, Vol 27, # 11, November. 1984.
 27. Vargas Medina, E. y Aguilar Comejo, M. Inducting Knowlegde for expert system based in machine learning algorithms. *Proceedings of Eight International Conference: The computers in the institutions of education and of research*, México City, october, 1992:291-300.
 28. Davis, E. *Representations of Commonsense Knowledge*. USA. Morgan Kaufmann Pub. 1990.
 29. Michalski, R. S., Carbonell, J. G. y Michell, T. M.Eds., *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*. Tioga, Palo Alto, Calif. 1983.
 30. Michalski, R. S. y Kodratoff, Y. *Machine Learning*, vol. III. USA. Morgan & Kaufmann. 1990.
 31. Vargas Medina, E. Modelos teórico-experimentales de representación de



conocimiento en sistemas naturales humanos y artificiales redes neuronales. *Disertación Doctoral*, Universidad La Salle, en proceso.

32. Vargas Medina, E., Martínez Casas, G. y Hernández Martínez, E. Natural Semantic Networks: Tool for implementing Common Sense Knowledge Bases. *Proceedings of Seventh International Conference: The Computers in the Institutions of Education and the research*, Mexico City, october, 264-271. 1991.
33. Zadeh, L. PRUF: A meaning representation language for natural language. In: Gaines, B.R. ed. *Fuzzy reasoning and its applications*. USA. Academic Press. 1981.
34. López de Mántaras, R., Cortés, U., Plaza, E., Sierra, G., y Villar, A. MILORD: An esencial system for expert systems based on fuzzy reasoning. In: C. V. y Prade eds. *Fuzzy logics in knowledge engineering*. Germany. TUV Rheinland GmbH. 1986.



UNIVERSIDAD LA SALLE

CENTRO DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL:

Encontrar las especialidades y experiencias fundamentales en las líneas prioritarias que se establecerán en las Escuelas como investigaciones, que sirvan a la sociedad y se apliquen en la industria mexicana para intervenir responsablemente en la tarea de desarrollo humano, tecnológico y científico de nuestra Institución de Educación Superior y de México.

SERVICIOS QUE PRESTA:

La información y formación permanente de Profesores de Tiempo Completo con función de Investigación.
Desarrollo de proyectos de investigación con apoyo de las diversas escuelas en las siguientes áreas:

- Diseño Arquitectónico Mexicano •
 - Historia •
 - Teología •
 - Educación •
 - Ecología •
- Tratamiento de Aguas •
- Cultivo Hidropónico •
 - Nutrición •
 - Biología Celular •
 - Farmacia Clínica •
- Automatización y control •
- Computación Inteligente •
- Dinámica no-lineal y Caos •
- Procesamiento de Señales •
 - Métodos Numéricos •
 - Análisis de Estructuras •



REFLEXIONES SOBRE PLANEACIÓN UNIVERSITARIA INSTITUCIONAL

Jorge Muñoz Batista
Profesor Emérito, Universidad La Salle

RESUMEN

El presente trabajo es un ensayo preparado como instrumento para evaluar la actividad de Planeación en nuestra institución. Se impuso establecer algunos lineamientos básicos como puntos de referencia o parámetros, para llevar a cabo dicha evaluación.

No se trata de ningún modelo de planeación universitaria. Incluye determinados elementos que conviene considerar en los trabajos de planeación, sugiriendo a quienes realizan esta actividad o la evalúan, algunos aspectos, criterios e instrumentos para lograrlo.

El trabajo se realizó teniendo a la vista la situación de nuestra universidad en materia de planeación, y en el supuesto de que, en esta materia, no hay recetas. Cada institución a partir de su realidad y de su capacidad para conocerla; de sus recursos, posibilidades e información, emprende con mayor o menor éxito esta importante tarea. De allí también la necesidad de advertir al lector, que sea muy prudente en las expectativas a que pueda aspirar con la lectura de estas páginas.

ABSTRACT

The current work is an essay prepared as an instrument to evaluate the planning process of our institution. It promotes the establishment of some basic guidelines as reference points or parameters in order to realize such an evaluation.

This does not deal with any model of university planning. It does include certain elements which should be considered in the tasks of planning, suggesting to those who are involved in this activity or who evaluate it, some aspects, criteria and instruments to achieve it.

The studies were done from the perspective of our university's situation in the area of planning, and, under the supposition that in this area, there are no formulas. Each institution, parting from its reality and its capacity to know itself, its resources, possibilities and information, undertakes with more or less success this important task. From this point also, comes the need to caution the reader to be very prudent with expectation which could aspire from the reading of these pages.

INTRODUCCIÓN

Una revisión de la bibliografía existente en materia de Planeación Universitaria, nos ha impulsado a publicar estas reflexiones sobre un tema de tanta actualidad e interés para las instituciones universitarias. Una de las ideas reiteradamente expresadas por muchos de los que han escrito sobre el tema, concierne a las numerosas y complejas dificultades con las que tropiezan los proyectos concretos de planeación.

Quienes en las universidades se lanzan a diseñar y realizar proyectos de planeación "institucional" tropiezan con esta dificultad inicial: no hay recetas. No se encuentran metodologías aplicables con relativa facilidad a todos los casos.

Hay, sin duda, ciertos principios generales que deben de tenerse presentes, pero desde el arranque, de un proyecto de planeación institucional se tropieza con dificultades cuya solución tiene, por necesidad, que ser también institucional. Con esto queremos decir, que siendo peculiar y única la realidad de cada institución, y debiendo partir de esa realidad actual todo proyecto de planeación, este punto y momento de arranque y el camino o metodología a seguir, tienen por necesidad que ser originales, en el sentido de ceñirse rigurosamente a las condiciones y características de la institución en cuestión.

Por eso, la intención y el sentido de las siguientes reflexiones cobran un carácter 'institucional'. Su origen fue coyuntural: la



Universidad La Salle, como todas las instituciones universitarias particulares que son miembros de la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES), suscribió el compromiso de emprender un proceso de autoevaluación permanente, que se inicia con la realización de un Autoestudio que deberá efectuarse en el período 1994-1996.

Este Autoestudio comprende el análisis de todas y cada una de las actividades de la institución, y por consiguiente de las dependencias que tienen a su cargo dichas actividades o funciones. El objetivo general del mismo es establecer un diagnóstico de la situación real de la institución, que permitirá, después organizar racionalmente el esfuerzo para corregir deficiencias, atender carencias, reforzar los aspectos positivos. Todo lo cual equivale a la elaboración de un Plan de Desarrollo Institucional (PDI) en el que se definen las estrategias, políticas y decisiones a corto, mediano y largo plazo.

Ahora bien, dentro del Autoestudio, todo lo anterior equivale a analizar lo mejor posible y como todos los demás aspectos, el proceso mismo de planeación de la institución, y la forma como lo desarrolla la dependencia encargada de tan importante tarea, para ello, es necesario contar con un conocimiento previo sobre la naturaleza, organización y metodología de la planeación universitaria; conocimiento que se utilizará como instrumento indispensable para analizar con eficacia dicho proceso y emitir un diagnóstico objetivo sobre el mismo.

Con el propósito de asesorar al Comité encargado dentro del Autoestudio, del análisis de tan importante aspecto, nos decidimos a publicar estas reflexiones, que si bien, destinadas al servicio de nuestra institución, podrían quizá interesar también a otras instituciones similares a la nuestra dentro y fuera de la Federación.

Dos autores fundamentalmente provocaron nuestro interés por ofrecer algunos lineamientos generales de la planeación institucional. El primero es el Mtro. Felipe Martínez Rizo, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, reconocida autoridad en la materia, y de quien la UNAM ha publicado diversos materiales en sus *Cuadernos de planeación universitaria*, desde 1979. Mi segunda fuente de inspiración fue un artículo escrito por los señores Marco Aurelio Navarro Leal, Secretario Académico de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de

Tamaulipas; y Javier Mendoza Rojas, Investigador del Centro de Estudios sobre la Universidad (1).

De este último artículo, lo que me suscitó numerosas reflexiones fue la enumeración que los autores hacen en el párrafo 4.2 del mismo, sobre los "problemas de la planeación de las instituciones de educación superior" (2).

Pues bien, una vez descritos los orígenes y las fuentes de inspiración de estas reflexiones, hélas aquí expresadas con la modesta pretensión de que puedan ser de utilidad a mi Casa de Estudios y a otras instituciones de similar inspiración y características. Agradezco a **Línea universitaria** proporcionarme el espacio para expresarlas; desde luego que, consciente de las limitaciones del mismo, plantearé en forma por demás sintética algunos lineamientos generales, las condiciones y los pasos indispensables para un proceso de planeación institucional, con la aclaración de que este primer texto, no agotará el tema, y de que espero poder abundar sobre el mismo en futuras colaboraciones.

NATURALEZA DE LA PLANEACIÓN UNIVERSITARIA

Es indispensable convencerse de que la planeación universitaria es un proceso racional que echa mano en consecuencia, de todos los recursos de la inteligencia. Sería de lamentar que en la Universidad, también denominada Sede de la Inteligencia, no se utilizaran y de la mejor forma posible, los recursos que siempre han sido de ella.

Pero éste que suele considerarse un principio y valor entendido, en la práctica los propios universitarios lo olvidan con frecuencia. Sin acudir a disertaciones teóricas sobre el tema nos limitaremos a algunas sugerencias prácticas, que deberán convertirse en otros tantos hábitos de racionalidad en todas las tareas de planeación.

Con base en el convencimiento de que la planeación es la elección del destino o futuro de la institución, y a la vez, el trazado del camino para conducirla hacia él, las personas responsables de ella, deben exigirse toda seriedad y la máxima preparación posible para realizar sus tareas. Todo lo cual exige orden, lógica, información oportuna y consistente, y desde luego dedicación y trabajo serio. Se requiere de un verdadero equipo de trabajo. La planeación, si ha de reconocerse su importancia para la institución, amerita organizarse



y consolidarse mediante la inversión en los recursos humanos necesarios, y en su preparación. Los responsables de las instituciones deben salvar este obstáculo que frecuentemente se origina en un cierto escepticismo sobre la necesidad y los resultados que se puedan lograr a través de este proceso de planeación. Deben de comprender que el desarrollo y mejoramiento de sus instituciones menos se puede lograr fincado en sus personales intuiciones y en respuestas improvisadas a las circunstancias del momento. Las nuevas realidades a las que nos enfrentamos en todos los órdenes, y los nuevos contextos nacionales e internacionales exigen cambios de mentalidad profundos, y reclaman muy especialmente de nuestras instituciones universitarias, esfuerzos de organización científicos, y por lo mismo, sistemáticos, metódicos y permanentes, como sugiere FIMPES.

En la práctica: un programa de trabajo, que comprenda sesiones y talleres de información, de estudio, de análisis, de elaboración y/o revisión de planes y programas (no desde luego en sus aspectos académicos, puesto que esto corresponde a otras instancias). Revisión también de la organización y normatividad de la institución, de sus manuales de procedimiento y perfiles de puestos, asignación de funciones a las dependencias, así como a las personas que trabajan en ellas, etc. Todo lo que contribuya al conocimiento más completo sobre la institución y su funcionamiento.

Debe combatirse la improvisación, las reuniones sin objetivos y agendas bien definidas o con base en una información deficiente que impedirá desarrollarlas con posibilidad de resultados positivos.

Debe integrarse la Oficina de Planeación con personas que posean ya algún conocimiento sobre la actividad que habrán de desarrollar, o al menos gran interés por adquirirlo y resueltas a capacitarse en ella.

En la medida de lo posible la Oficina de Planeación debe contar con la infraestructura necesaria para poder realizar sus trabajos: espacio y mobiliario adecuados, una biblioteca básica sobre Planeación y Administración de universidades, un banco de datos estadísticos de la institución permanentemente enriquecido, un equipo de cómputo y personal con conocimientos

sobre metodología y utilización de la información estadística.

La planeación apunta en su objetivo general a la preparación de Planes de Desarrollo Institucional (PDI), que por lo menos se proyecten al mediano plazo, incluyendo lógicamente el corto plazo. Es también labor de un departamento o coordinación de planeación, la preparación de planes y programas concretos, que podrían parecer aislados, pero que, lógicamente, encajan dentro de los planes mayores de desarrollo, y en un momento dado, se muestran urgentes.

Prescindimos aquí de lo que sería recomendable para una institución que nace, que carece de toda experiencia y que, en consecuencia, debe principiar por construir lo que será su trampolín de lanzamiento o, si se prefiere, los cimientos sobre los que tiene necesariamente que estructurarse. Aún cuando parezca un contrasentido, las instituciones educativas suelen surgir de coyunturas muy particulares, en las que muchas veces se olvidan aspectos tan importantes como una clara definición de la filosofía que las inspira y de la misión que se comprometen a realizar en beneficio de la sociedad y del país.

FINALIDAD GENERAL DE TODA PLANEACIÓN INSTITUCIONAL

Quedó ya expresado que la finalidad general de toda planeación universitaria institucional se traduce en un proyecto permanente de desarrollo de la institución, a partir de un determinado momento y de una precisa realidad en la que la institución se encuentra. Lo cual hace suponer, lo anticipamos, que sin el correspondiente diagnóstico sobre la tal situación sería difícil elaborar dicho proyecto. Este último apunta por necesidad al mejoramiento cualitativo de la institución, aún cuando se puedan también introducir medidas de naturaleza cuantitativa.

En términos generales y debido a las circunstancias de las que se ha hecho mención, las instituciones universitarias se ven compelidas a mejorar sus niveles académicos, así como la eficiencia en todos sus programas y actividades. Este mejoramiento general y constante debe ser un objetivo permanente fincado en razones y valores más profundos y convincentes que la razón hoy tan exageradamente reiterada, de lograrse una mayor "competitividad". Ésta resulta un tanto sospechosa, por su manifiesto carácter



mercadotécnico, liberaloide y consumista. Se pretende con el mismo tasar a las universidades, como si se tratara de factorías o empresas exclusivamente destinadas a generar ganancias contantes y sonantes.

Hace tiempo que la "competencia" y la "competitividad" fueron desterradas del lenguaje y de la práctica educativa, por tratarse en el fondo de un antivale, que si en el ámbito individual se opone a la difusión y crecimiento de los valores de solidaridad, colaboración y servicio, con más razón lo hace al nivel de instituciones que, de suyo debieran colaborar, cooperar entre sí y solidarizarse, antes que competir. Esto lo deberíamos hacer entender o exigir que lo entendiesen nuestros socios del Norte.

Es interesante al respecto mencionar la opinión del creador de la Teoría de la Calidad Total, W.E. Deming (3,4). Este autor que sólo propone su teoría al mundo empresarial y sólo hace aisladas aplicaciones de ésta al campo de la educación afirma: " Debemos echar por la borda la idea de que la competencia es una forma necesaria de vida. En lugar de la competencia necesitamos la cooperación" (5). Los investigadores Fenwick W. English, de la Universidad de Kentucky John C. Hill de la Universidad de Cincinnati, autores de la obra intitulada *Calidad total en la Educación. Revolucionemos la enseñanza con las ideas de Deming*, glosan de la siguiente manera, el principio de Deming arriba expresado: "La competencia es un mal en las organizaciones porque crea ganadores y perdedores, y nadie quiere perdedores en su organización... La competencia es mala porque condiciona al ser humano a fracasar, mientras que Deming visualiza una actitud de 'ganador'... Deming ve en las escuelas como creadoras de formas de competencia en el desarrollo humano que más tarde contribuyen a la aceptación de prácticas destructivas para el ser humano y las organizaciones en las que trabaja...

En relación con los sistemas de remuneración de los maestros, Deming muestra su antagonismo hacia los planes de compensación económica manipuladores (3). Si bien no se opone al pago diferencial, se opone a toda forma de pago al mérito, la administración por objetivos, el pago por rendimiento, la administración por resultados y el pago de incentivos (6)... Esos planes de pago se alejan de la cooperación y la comunidad.

DESGLOSE DEL OBJETIVO GENERAL

El Plan de Desarrollo Institucional a cuyo objetivo general nos hemos referido en el párrafo anterior se desglosa en una serie de objetivos específicos que derivan de las funciones básicas de la institución y de los objetivos propios o misión reconocida por la misma, y expresada en su filosofía institucional. Este desglose es absolutamente necesario, para establecer con claridad y precisión dichos objetivos específicos.

Nos ha llamado la atención la frecuencia con que los autores se refieren a las dificultades que provoca esta noción de la filosofía institucional. Muchos de ellos insinúan que dicha Filosofía Institucional, aún cuando expresada, no suele suscitar compromisos, y no suele considerarse con la importancia que realmente tiene. Y esto es grave, porque genera incongruencias que después afectan seriamente a los proyectos de desarrollo institucional. La filosofía institucional no es sólo una fundamentación 'teórica' de un proyecto educativo; debe serlo en la praxis y, por lo mismo, vital, definitiva, compromiso general e ineludible. De lo contrario no podrán generarse sino contradicciones y tensiones constantes. Sin embargo, y muy a pesar de esto, son pocas las instituciones que toman con convencimiento y como punto de partida su Filosofía Institucional, cuando la tienen.

Creemos que FIMPES ha prestado un buen servicio al expresar con claridad lo que constituye esa Filosofía Institucional que es cimiento y condición de todo Plan de Desarrollo Institucional. Lo ha expresado en el documento que difundió entre las instituciones -miembros de la Federación. Para FIMPES la Filosofía Institucional se integra con los **principios, valores y propósitos** que la institución debe proclamar, publicar y hacer del conocimiento de los integrantes de su comunidad y de los beneficiarios de sus servicios. Y esta Filosofía Institucional, debe considerarse como el parámetro indispensable para elaborar, y cuando sea necesario revisar los planes y programas todos, de cada Institución.

Lo que nosotros proponemos añadir para ir todavía más al fondo en esta cuestión de la filosofía institucional es reconocer que ésta debe tener, a su vez, su fundamentación en la **identidad** de la institución. Los principios, valores y misión de una institución carecen de toda consistencia si no se apoyan rigurosamente en los rasgos de identidad de la misma. La identidad de las instituciones universitarias en nuestro medio



presenta variantes significativas. No son lo mismo las universidades públicas que las privadas. Entre éstas tampoco lo son las que son producto de una determinada inspiración religiosa: cristiana, protestante, judía u otra, frente a las que no la tienen propiamente y que deben su origen a iniciativas de índole diversa de grupos o colonias de inmigrantes de variadas nacionalidades. Podrían también distinguirse las inspiradas en una expresa voluntad de servicio, y las francamente concebidas al estilo y con la finalidad de empresas comerciales, etc. Lo importante es comprender la innegable derivación y el papel y significado de la Filosofía Institucional, respecto de los rasgos de identidad de cada institución, y las incongruencias que se darían en el caso de pretender para la institución una filosofía institucional, en contradicción con los rasgos de su identidad.

Los objetivos específicos que son desglose del objetivo general, conciernen en primer lugar a los grandes compromisos derivados del carácter de universidad, si es que como tal se considera la institución. En primer término el compromiso de contribuir al descubrimiento de la verdad, por medio de la **investigación**; en segundo lugar, el compromiso de enseñar o transmitir esa verdad, a través de la **docencia**; y finalmente, el compromiso de beneficiar a la sociedad a través de las actividades de **extensión** y difusión de la cultura.

En todo proyecto de desarrollo institucional, la universidad tendrá que definir sus objetivos en estas cuestiones, precisando las acciones que desarrollará, los métodos que utilizará, los recursos que destinará, así como los objetivos a corto y mediano plazo que pretende lograr. Y corresponde a la Coordinación u Oficina de Planeación tener siempre presente la congruencia de estos objetivos con la filosofía institucional.

En una segunda parte, y con base en la misión y objetivos determinados en su Filosofía Institucional, se elaborará el Plan de Desarrollo Institucional, correspondiente al período contemplado, a partir de un cuidadoso diagnóstico del presente.

Se debe ser realista y práctico. Es preferible preparar bien unos cuantos planes o programas, precisando con claridad y realismo todos y cada uno de sus elementos, y previendo cuanto es necesario para llevarlos a buen término, que tan sólo enumerar proyectos y más proyectos, en forma indiscriminada, y de los que lo más probable

es que no se realizarán. En esto de la planeación conviene tomar los medios para no fracasar, porque el escepticismo cundirá, y la institución se vacunará contra ella, no obstante ser el más eficaz remedio de todos sus males.

Hay cuestiones sobre las que permanentemente deben hacerse seguimientos, analizarse periódicamente los problemas, decidir acciones y correctivos, y evaluar los resultados de todas estas medidas. En los renglones de Personal Académico y Estudiantes, la institución debe permanecer atenta al mejoramiento de cuanto concierne a ellos. Sistemas de selección y contratación, de docentes; programas de capacitación y de evaluación de maestros; atención al mejoramiento de métodos y técnicas de enseñanza y de aprendizaje; incremento del número de maestros de carrera: de medio tiempo y de tiempo completo; actualización y enriquecimiento del Centro de Multimedia y demás apoyos académicos, etc.

La institución pasará en revista todos y cada uno de los objetivos que ella, como tal, se ha fijado y que integran la misión que se ha comprometido a realizar en servicio de la sociedad y que derivan de su peculiar inspiración. Seleccionará en cada Plan de Desarrollo Institucional, aquellos objetivos o propósitos que ameriten una atención especial. Establecerá en ellos metas precisas a alcanzar, determinará medios y recursos para lograrlo, y predeterminará los correspondientes programas de evaluación.

Suele decirse que la planeación debe de ser un proceso comunitario, pero es preciso esclarecer en qué sentido. Una oficina o coordinación de planeación es la directamente responsable de elaborar los planes de desarrollo institucional (PDI), pero en su preparación será necesario establecer contacto con diversas dependencias, que la podrán ayudar en múltiples formas.

En cada área específica, como lo es p.e. la **investigación**, será la dependencia responsable de la misma la que proponga los planes y programas para un determinado período, mismos que se incorporarán al PDI, en la forma y bajo los criterios generales establecidos por la coordinación de planeación.

En la misma forma esta coordinación apelará a otras instancias, para recoger opiniones y criterios diversos y solicitar incluso proyectos que formarán parte del PDI. Su papel es **coordinar** el trabajo de



planeación, recogiendo e integrando los diversos elementos, y aportando en aquellos renglones para los que no existe una dependencia responsable.

El Plan de Desarrollo Institucional no es necesariamente exhaustivo, en el sentido de que todas las actividades deban de ser atendidas. Lo deben ser las que lo requieran, en el grado en que se necesite y lo permitan, además, los recursos existentes. La Coordinación de Planeación, es su papel, debe ponderar debidamente la situación en las diversas dependencias, y las posibilidades de la institución para corregirlas. Para esto realizará evaluaciones frecuentes que proporcionen información válida. Acudirá en ocasiones a otras instancias, para lograr conocimientos objetivos sobre la situación real de X o Z dependencias o actividades.

Con el propósito de precisar de la mejor forma posible el papel o tarea de la Coordinación u Oficina de Planeación se enumeran las siguientes funciones: recolección y procesamiento de información estadística básica; elaboración de diagnósticos sobre aspectos o actividades sobre las que se requieran acciones inmediatas; determinación, en función de dichos diagnósticos de los objetivos de esas acciones a programar; estructuración de proyectos y programas; previsión, gestión y asignación de recursos; seguimiento de los proyectos y programas aprobados, utilizando diversas técnicas: como proyección de tendencias y pronósticos; programas operativos anuales; técnicas participativas; microplaneación; organización de unidades responsables de los programas y proyectos aprobados, etc.

BASE INDISPENSABLE PARA LA ELABORACIÓN DE UN PDI

La naturaleza racional de todo proceso de planeación, impone como insoslayable punto de partida el **diagnóstico** previo sobre la situación real de la institución. Un diagnóstico, que dé cuenta tanto de las necesidades de la institución, como de los recursos con los que cuenta para atenderlas.

Lo anterior es fundamental y lógico; sin ello sólo se tejerá en el vacío y con muy pocas posibilidades de efectividad. Se debe tener claro y completo conocimiento de las necesidades, así como de los recursos. Las primeras, por regla

general, superan a los segundos, y de ahí la necesidad de jerarquizarlas y de precisar cuáles de ellas se atenderán. Esta es la base realista para asegurar la eficacia de todo programa.

Ahora bien, es importante saber que los recursos no son exclusivamente de índole financiera. Las universidades cuentan con recursos humanos en extremo valiosos, que es preciso tener en cuenta muy especialmente en sus proyectos de crecimiento y mejoramiento cualitativo. Es el caso de repetir aquéllo de que lo más valioso de nuestras instituciones no son ni sus instalaciones ni sus recursos financieros, sino sus imponderables recursos humanos. De todas formas es obligado tener presente que los PDI no podrán atender todas las necesidades, carencias y problemas de las instituciones, aún cuando convenga tenerlas presentes en su mayoría para jerarquizarlas debidamente.

Un autoestudio persigue sin duda ese diagnóstico, dado que su objetivo es averiguar el estado en que se encuentra la institución en sus aspectos más importantes. Para lograrlo precisa echar mano de todos aquellos elementos que garanticen un seguimiento verdaderamente científico. Se trata, como en toda investigación, de conocer en la forma más exhaustiva y objetiva posible, una determinada realidad; en este caso, la de una institución universitaria.

El diagnóstico, repetimos, apunta fundamentalmente a conocer las necesidades y, a la vez, los recursos con los que la institución cuenta para satisfacerlas. Esto es fundamental y la base imprescindible de todo PDI. Sin este conocimiento claro y preciso sobre la realidad de una institución no se podrán tomar las medidas conducentes a su crecimiento y mejoramiento sustantivo. No habrá base para determinar las estrategias y las decisiones que la introduzcan por el camino correcto; éste no puede ser elegido con base en intuiciones de ningún género ni en tipo alguno de improvisación. El diagnóstico se elabora con base en autoestudios que las instituciones emprenden con métodos e instrumentos adecuados.

Los diagnósticos se diferencian sólo si son iniciales o si ya se encuentran convertidos en elementos de un proceso permanente de evaluación, que es a lo que deben aspirar las instituciones. El primero de los diagnósticos tendría que aspirar a ser general y hasta donde se pueda exhaustivo. Pero cuando la evaluación se convierte



en un proceso permanente, es manifiesto que puede manejarse parcial y selectivamente, de acuerdo a la importancia de los problemas o necesidades de la institución.

El diagnóstico es punto de partida de todo PDI y, por lo mismo corresponde su organización y desarrollo a la Coordinación u Oficina de Planeación. Las universidades cuentan por lo general con elementos capaces de realizar estos estudios de carácter evaluativo, y que por lo mismo se denominan 'autoestudios' o 'autoevaluaciones'. En casos excepcionales podrá acudir a 'expertos' ajenos a la institución, pero deberán serlo precisamente en esta clase de estudios sobre instituciones universitarias. Otro tipo de 'expertos', aún cuando lo sean de empresas, no llevarán a buen término estos trabajos, que exigen ante todo un conocimiento profundo sobre la naturaleza y las actividades de la institución universitaria. Por eso es preferible el autoestudio, porque lo hacen personas que conocen y estiman a su institución; porque conocen a fondo las tareas universitarias, lo que con ellas se persigue, las limitaciones de sus recursos y las formas como pueden suplirse éstos en casos concretos.

La importancia del **banco de datos estadísticos** es fundamental. Con el mismo podrán alimentarse muchos proyectos de investigación institucional, con los que podrán averiguarse las causas reales de problemas internos, las medidas que mejor conduzcan a su solución. Podrán, además, realizarse análisis de tendencias que permitirán identificar con mayor probabilidad de éxito las decisiones adecuadas.

El banco puede tener por base la abundante información que se genera anualmente, en los períodos de inscripción, a través de las formas que llenan los candidatos. Pero se enriquecerá ésta con datos que las Escuelas, Facultades y Departamentos, suministren p.e. sobre fenómenos como la deserción y la reprobación; sobre los índices de titulación; sobre el desempeño de los profesores en el desarrollo de sus programas académicos; sobre los resultados de exámenes; sobre puntualidad y asistencia de maestros y alumnos; sobre evaluación de maestros y alumnos; sobre encuestas aplicadas a unos y otros, etc. Varios de estos datos suelen recogerse sistemáticamente a través de un proceso de auditoría académica que algunas instituciones tienen organizado, y que sólo falta aprovechar canalizando esta información hacia la dependencia en la que debe concentrarse después de pasar,

para efectos inmediatos, por las autoridades académicas.

La investigación institucional es de gran importancia para alimentar los procesos que desarrolla la Coordinación de Planeación. Pero a su vez, este tipo de investigación se alimenta con la información permanentemente actualizada y enriquecida que le proporciona el banco de datos estadísticos. Inclusive los trabajos de evaluación se facilitan enormemente si existe la información estadística necesaria. Por eso la necesidad que la integración y retroalimentación de dicho banco de datos sea una responsabilidad directa de la Coordinación u Oficina de Planeación. Corresponde a ésta no sólo recoger, sino sugerir y solicitar los que considere más convenientes, asegurando su periodicidad y disponiéndolos para su utilización en proyectos de investigación institucional, cuya iniciativa podrá provenir tanto de la Dirección de Investigación como de las propias Escuelas y Facultades.

Cabría mencionar ciertas ventajas derivadas de toda información estadística debidamente organizada: y en primer término, la información que asegura sobre el quehacer institucional; la difusión del conocimiento sobre las metodologías para el tratamiento de la información estadística; información sobre las tecnologías en la información estadística; las aplicaciones de la información estadística en apoyo de la evaluación académica; la elaboración de memorias de las instituciones, con base en la información estadística, etc.

De mantener desvinculado de la Coordinación u Oficina de Planeación dicho banco de datos estadísticos, se desperdicia el esfuerzo que muchas veces se realiza con grandes sacrificios, y no se aprovecha en aquello que constituye su razón de ser y su finalidad.

Se ha sugerido dentro de la estructura de la Oficina o Coordinación de Planeación, la presencia de un analista, porque es quien dispone directamente del banco de datos y realiza la tarea de organizar la información estadística y de disponerla para su mejor utilización a través de interpretaciones, así como del cruzamiento diversificado de variables con los que se insinúan o sugieren esos proyectos de investigación institucional insistentemente mencionados. El analista prepara el material y anticipa incluso dichos proyectos, así como mantiene permanentemente disponibles los elementos



requeridos por la Coordinación de Planeación para sus proyectos de desarrollo institucional y sus evaluaciones periódicas.

Organizado debidamente dicho banco de datos estadísticos con la participación de los varios Centros de Cómputo que operan dentro de la institución, diversas dependencias abocadas a tareas que requieran dicha información estadística podrían contar con sendas copias del mismo. Más aún, existiendo el proyecto de establecer una red de intercomunicación electrónica dentro de la institución, será perfectamente factible el acceso a dicho banco para toda dependencia que lo requiera.

Ahora bien, la organización del mismo, los aspectos que deberá cubrir, incluso las tendencias y proyecciones que pudieran elaborarse de manera sistemática, podrán ser determinadas básicamente por la Coordinación de Planeación y por la Dirección de Investigación.

Habría incluso que considerar si en este tenor se justificaría la dependencia denominada "Evaluación y Estadística", máxime en la forma aislada en que parece haber sido concebida.

LA COORDINACIÓN U OFICINA DE PLANEACIÓN: SU NATURALEZA Y FUNCIONES

Precisamente porque de la forma como cada institución concibe la naturaleza y funciones de la dependencia encargada de la planeación, derivan la manera como se elaboran los PDI, si es que éstos se dan, lo cual prueba nuestra hipótesis inicial sobre la inexistencia de 'recetas' en materia de planeación institucional, creemos conveniente ampliar la reflexión sobre el papel que desempeña la Coordinación u Oficina de Planeación, y para ello insistir en la doble y antitética concepción sobre la misma. "Las actividades de planeación, pueden organizarse de diferente forma en las múltiples instituciones educativas, dependiendo de la estructura interna de las mismas, de su régimen jurídico, de los individuos que las conforman y, principalmente, del estilo de dirección que prevalece en ellas" (7).

Sin embargo, el autor menciona tres funciones básicas que debe realizar necesariamente el equipo encargado de la planeación independientemente de su organización y de su

ubicación dentro de la institución (7). Son las siguientes:

- Función de información que consiste en reunir datos e información sobre la realidad educativa en que se mueve la institución, para que a partir de ellos se efectúe la toma de decisiones.

- Función de coordinación que, con base en la información obtenida, elabora diferentes propuestas de acción a fin de armonizar las tareas de planeación con el estilo de organización imperante en la institución.

- Función de exploración que consiste en realizar estudios sobre problemas que enfrenta la institución, su medio ambiente y el establecimiento de acciones concretas con el propósito de que la planeación de que la planeación sea normativa, integrada y adaptable al ritmo de cambio operante (Ibídem).

La ubicación dentro del organigrama general de la institución, de la dependencia encargada de la planeación dice mucho respecto de la forma como se concibe su naturaleza y funciones, y de la importancia que en lo general se le reconoce. No consideramos necesaria la ejemplificación de las formas muy diversas como las instituciones resuelvan esta problemática. Puesto que nuestra reflexión sobre planeación obedeció fundamentalmente al asesoramiento del Comité que dentro del Autoestudio que realiza la Universidad La Salle, se encuentra abocado a analizar este proceso, sólo nos referiremos a la organización existente en nuestra Casa de Estudios en la materia.

Nuestro Estatuto Orgánico señala entre las atribuciones del Rector la de "planear y evaluar el desarrollo general de la Universidad, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Junta de Gobierno" (Art. 21, Frac. II). A su vez, el Reglamento General señala que "para el estudio, planeación y ejecución de los asuntos académicos, de formación y administrativos de la Universidad, el Rector, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables en la materia, contará con las siguientes dependencias: I.- Vicerrectoría Académica; II.- Vicerrectoría de Formación; III.- Dirección General de Administración y Finanzas; IV.- Dirección General de Recursos Humanos, y V.- Área de Planeación y Desarrollo (Sección II de los Órganos Unipersonales, Capítulo I, del Rector, Art. 38)



El Art. 39 estipula que "El Rector se auxiliará, además, con las unidades de asesoría, apoyo técnico y de coordinación que él mismo determine, de acuerdo con el presupuesto asignado a la Rectoría de la Universidad".

Sobre las anteriores bases normativas se encuentra, pues, fundamentada la tarea de planeación en nuestra institución, y de las mismas se desprende con la suficiente claridad lo que es y lo que no es la dependencia encargada de ella.

Lo primero que conviene destacar es la importancia reconocida a la planeación en la Universidad La Salle al considerarla como una función referida directamente a la Rectoría, y convertir a ésta en el aval de los proyectos y propuestas de planeación. Esto se muestra en el Organigrama de la institución al ubicarse la Coordinación de Planeación, en línea staff con respecto a Rectoría. Lo cual la hace depender directamente de ella con carácter de asesoría en el ramo, sin facultades de dirección y sin carácter alguno ejecutivo, como se desprende de su papel asesor. El mismo corresponde a Rectoría de conformidad con lo establecido por el Estatuto.

Sin embargo, lo que no parece haber sido definido es la forma como se integrará esta Coordinación y las funciones y acciones que deberá desarrollar. Descripción que convendrá plasmar en un Reglamento específico, complementado con su correspondiente Manual de Procedimientos. Con el mismo, además de cubrirse en lo fundamental la información básica sobre la tarea de la dependencia en cuestión, se precisa su acción y se la libera de cualquier otro cometido que no sea de su competencia.

La Coordinación de Planeación realiza un trabajo de carácter técnico prioritariamente, relacionado con las actividades académicas de la institución. Se ubica, pues claramente dentro de la actividad esencial, cimentada en su filosofía y derivada de la misión que la propia institución se propuso realizar. Ésta, por su misma naturaleza es permanente, pues no consiste sólo en preparar en determinados momentos planes o proyectos de desarrollo específico, sino en velar sin descanso porque la institución siga con paso firme por el camino que ella misma se ha trazado a través de sus PDI. La Coordinación de Planeación no sólo prepara, diseña y elabora con el apoyo de la comunidad y la aprobación de las autoridades, estos planes y programas, sino que busca los medios para que los mismos se cumplan, se

perfeccionen y alcancen sus objetivos. El seguimiento y la evaluación serán sus instrumentos habituales.

Es de muy especial importancia definir, dentro del Reglamento de esta Coordinación y dentro de su Manual de Procedimientos, las tareas precisas que le corresponde desarrollar, incluso con la intención de dejar fuera las que no son de su incumbencia. El principio es general para todas las dependencias. Pero habida cuenta de las dificultades ya mencionadas sobre la Planeación, importa sobremanera esta definición de funciones porque, como se comprenderá, con ella cada institución decide el valor real que va a reconocer al proceso, y lo que espera del mismo, obligándose a plasmarlo en esa definición precisa de funciones. La tentación es frecuente y se comprueba la facilidad con la que se cae en ella: la indefinición hasta se escuda en supuestas ventajas, como la de una mayor democracia, más flexibilidad, mayores posibilidades de cooperación dentro del conjunto. Pero hay una serie de autores que previenen sobre el serio inconveniente de no definir con toda claridad las funciones de cada dependencia dentro de una organización. Y dentro del proceso universitario la exigencia de racionalidad es mayor puesto que por la limitación de recursos, las consecuencias negativas serían aún de mayor peso.

Los recursos deben ser aprovechados al máximo, cuestión que sólo lo garantiza una muy acertada distribución del trabajo, con vistas a evitar duplicaciones y cruzamientos que generan confusiones y otros problemas.

Hay empresarios que equivocadamente pretenden hasta eliminar de los organigramas de sus empresas los niveles de autoridad, quizá por suponer que el concepto mismo provoca rechazo. Pero no hay tal, pues el espíritu de equipo no se alimenta con esa ausencia de definición sobre las relaciones y formas como se distribuye la autoridad dentro de las organizaciones, y con ese tomar a la ligera la indispensable normatividad para que funcionen éstas. Autores como Koontz y Weihrich (8), opinan que con tal engaño lo único que se logra es preparar el terreno para toda clase de intrigas, políticas, pugnas de poder, frustración, inculpaciones mutuas, falta de coordinación, duplicidades de esfuerzo, políticas vagas, toma de decisiones incierta, y otras manifestaciones que, a la postre, se traducen en ineficiencia.



Porque son esclarecedores de un sin fin de aspectos en relación con la planeación institucional, y sintetizan muchas de las ideas aquí expuestas, concluimos esta primera aproximación al tema, con dos listados: uno sobre los más frecuentes problemas con los que tropieza este proceso. Y el otro sobre las tareas fundamentales a que se aboca la planeación universitaria institucional.

Tratándose de los problemas más frecuentemente mencionados por los expertos (1) en materia de planeación se tiene:

- Falta de apoyo político institucional a los órganos de planeación.
- Falta de mecanismos operativos en el ámbito institucional para poner en marcha los planes de desarrollo.
- Inexistencia de PDI en muchas instituciones.
- Burocratización de los procesos de planeación.
- Carencia de sistemas de información para proceder con base firme en procesos de planeación.
- Insuficiencia de recursos financieros para llevar a cabo los PDI.
- Escasa participación de la comunidad universitaria en las tareas de planeación.
- Falta de continuidad en los trabajos de planeación al suscitarse cambios de autoridades.
- Carencia de especialistas en planeación de la educación superior, con formación multidisciplinaria.

En cuanto a las funciones propias de una Coordinación de Planeación, valdría la pena partir de los que sin duda serían elementos comunes sugeridos en la mayoría de las presentaciones teóricas sobre el tema.

A este respecto, cabe mencionar en primer lugar, el **análisis de los problemas y de las necesidades de la institución**, que permitirá establecer una definición de prioridades.

En segundo lugar, la **formulación de objetivos del Plan de Desarrollo Institucional**

que se prepare, que deberán ser congruentes con la filosofía institucional.

En tercer lugar, la **identificación de medios y de acciones** para lograr esos objetivos.

En cuarto lugar la **selección y definición precisa de las estrategias y tácticas** que asegurarán la puesta en acción del plan preparado.

En quinto lugar la **previsión de los recursos necesarios** para el mismo, y el **aseguramiento de su aprobación y asignación** para ejercerlos en los debidos momentos.

En sexto y último lugar, la **preparación de los procedimientos y formas** para el control, seguimiento y evaluación del proyecto en cuestión.

REFERENCIAS

1. Navarro Leal, M.A. y Mendoza Rojas, J. Problemática de la administración y la planeación de la educación superior en México. *Política educativa, planeación y universidad: cinco aportaciones para su análisis.* México, UNAM, Cuadernos del CESU, No 12, 1988.
2. *Ibid.*: 56-57.
3. Deming, W.E. *Out of the Crisis.* Cambridge, MIT Press. 1986.
4. Deming, W.E. *The new Economics.* Cambridge, MIT press, 1993.
5. *Ibid.*: 124.
6. *Ibid.*: 25-31.
7. Arias Castañeda. Un modelo propositivo de planeación estratégica para instituciones educativas privadas de nivel superior. *Revista de Educación Superior*, No 56:75. México, ANUIES, 1985.
8. Koontz & Weihrich. *Administración.* McGraw-Hill, México, 1991.



PROGRAMA DE NIVELACIONES PERIÓDICAS EN LA UNIDAD I DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE

Fernando Vera Badillo
Escuela de Ingeniería, Universidad La Salle

RESUMEN

El Programa de Nivelaciones Periódicas tiene como objetivo estudiar el comportamiento de los principales edificios la Unidad I de la Universidad La Salle, mediante un registro de los desplazamientos diferenciales de los mismos; en este reporte se presentan los antecedentes de la primera etapa y los resultados obtenidos en la segunda etapa.

ABSTRACT

The Periodic Nivelations Program is focused on studying the behavior of the principal buildings on the Unit I at La Salle University, by recording the differential displacements of them; in this report we present the origins of the first stage, and the results from the second stage.

INTRODUCCIÓN

Respecto a sus instalaciones, la Universidad La Salle ha tenido un cambio significativo en poco menos de diez años; por mencionar algunas obras, se construyeron: la Escuela de Química, la Biblioteca Dr. Manuel de Jesús Alvarez Campos, el Centro Internacional de Educación La Salle (Casa Rosa) y recientemente el Estacionamiento para alumnos; además de las nuevas edificaciones, se efectuó una remodelación general a las Unidades I y II.

Dado que la Universidad está ubicada en la zona geotécnica de transición donde la actividad sísmica dentro del Valle de México es importante, y ante los cambios realizados, durante ese tiempo se han llevado a cabo varias actividades tendientes a asegurar el adecuado comportamiento estructural de estas construcciones, tanto de las ya existentes, como de las nuevas.

Una de estas acciones ha sido llevar un programa de mediciones periódicas de los desplazamientos de los principales edificios de la Unidad I.

ANTECEDENTES DE LAS MEDICIONES.

Durante el desarrollo del programa se pueden definir dos etapas; en relación a la primera, se

tiene un reporte interno (1) donde se presenta lo desarrollado de 1990 a 1992.

A continuación se da la información de los aspectos generales de esta primera etapa que son el antecedente de este escrito.

A partir de los cambios realizados en la Unidad I, se presenta la inquietud del Ing. José Luis Cuevas Barajas (RIP) de llevar a cabo algunas mediciones de las nuevas construcciones para estudiar su comportamiento durante su construcción, a tal efecto es nombrado Coordinador de este programa en junio de 1990.

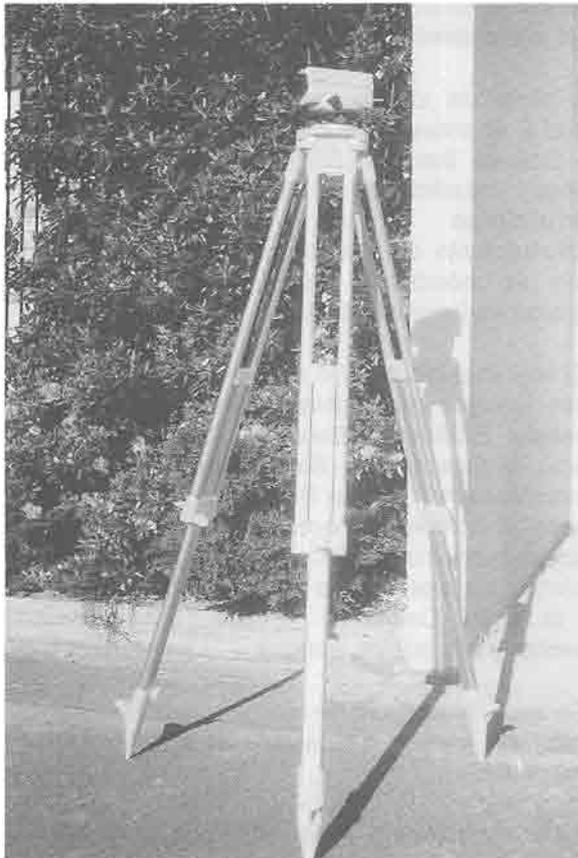
El Ing. Cuevas solicitó un Banco de Nivel y puntos testigos que cubren principalmente el Gimnasio, Edificio de Escuelas Profesionales, Edificio de Direcciones, Salones de exámenes profesionales, y Escuela Preparatoria; de esta manera, la compañía Poucell y Asociados son los encargados de instalar un banco de nivel a 19 metros de profundidad cercano a la entrada por la calle Carlos B. Zetina, así como cincuenta y dos puntos testigos.

Se tiene constancia de que la compañía que instaló el banco de nivel, efectuó siete nivelaciones.

En forma paralela, el Ing. Cuevas junto con Mario Cruz Ruiz y José Luis Heredia Rojas,



Fotografía 1. Ubicación del Banco de Nivel, Unidad I.



Fotografía 2. Nivel.



Fotografía 3. Estadal.



Tabla 1. Registro de Nivelación en Instalaciones de la Universidad.

Punto	Inicial	Actual	Diferencia
BN	100.000	100.000	0.000
P1	100.007	100.006	-0.001
P2	100.071	100.075	0.004
1	101.006	101.011	0.005
2	100.804	100.809	0.005
3	100.862	100.867	0.005
4	99.019	99.024	0.005
5	99.041	99.042	0.001
6	99.028	99.031	0.003
7	99.058	99.062	0.004
8	99.026	99.029	0.003
9	99.024	99.025	0.001
10	99.037	99.040	0.003
11	98.960	98.962	0.002
12	98.888	98.890	0.002
13	98.815	98.817	0.002
14	98.517	98.519	0.002
15	99.184	99.185	0.001
16	99.054	99.055	0.001
17	99.322	99.323	0.001
18	99.261	99.262	0.001
19	99.495	99.497	0.002
20	99.583	99.585	0.002
21	99.575	99.577	0.002
22	N/A	99.642	N/A
23	N/A	98.495	N/A
24	N/A	98.495	N/A
25	98.158	98.160	0.002

Punto	Inicial	Actual	Diferencia
26	98.170	98.170	0.000
27	98.653	98.653	0.000
28	101.923	101.924	0.001
29	101.112	101.113	0.001
30	101.954	101.955	0.001
31	101.168	101.169	0.001
32	101.801	101.802	0.001
33	102.190	102.191	0.001
34	102.159	102.160	0.001
35	101.235	101.236	0.001
36	101.161	101.160	-0.001
37	102.310	102.309	-0.001
38	102.384	102.383	-0.001
39	102.437	102.437	0.000
40	101.881	101.881	0.000
41	101.895	101.895	0.000
42	101.298	101.299	0.001
43	100.904	100.904	0.000
44	100.899	100.899	0.000
45	100.985	100.985	0.000
46	100.929	100.929	0.000
47	100.973	100.974	0.001
48	100.871	100.871	0.000
49	100.871	100.871	0.000
50	100.886	100.886	0.000
51	100.913	100.913	0.000
52	101.288	101.289	0.001

alumnos de la carrera de ingeniería civil con experiencia en topografía, inician las mediciones de los desplazamientos.

Posteriormente dentro del programa se impartió un curso sobre el conocimiento del equipo y procedimiento de medición para los alumnos de los primeros semestres de ingeniería civil; terminado el curso se incluyeron seis alumnos al programa; durante esta temporada se hicieron alrededor de 20 nivelaciones, cuyos resultados se presentan en la ref. 1.

PROGRAMA DE NIVELACIONES

A finales de 1993 la Dirección Administrativa de la Universidad La Salle recomendó a

CIULSA incluir en sus proyectos este programa de nivelaciones así como la lectura de las estaciones piezométricas; con esta fecha se considera que inició la segunda etapa de este programa.

La Figura 1 muestra la localización del Banco de Nivel y de los 52 puntos testigos y en la Fotografía 1 se presenta una vista de la ubicación del banco de nivel y de los piezómetros poco antes de la construcción del estacionamiento de alumnos.

Para efectuar la lectura de los puntos testigos se tiene un nivel de marca Leyca, tipo Dumpy, modelo Wild NA20 con tripié y un estadal telescópico de aluminio de 4 metros marca MY20x, los cuales se muestran en las fotografías 2 y 3 respectivamente.



El trabajo de campo se realiza en las primeras horas de la mañana, se destapa el Banco de Nivel, se realiza la lectura respectiva y se hace un recorrido por los 52 puntos testigos para regresar al punto de partida (por eso se le conocen como nivelaciones cerradas); posteriormente se realizan los cálculos para determinar la diferencia de alturas entre los puntos testigos y así obtener los desplazamientos.

RESULTADOS DE LAS NIVELACIONES

En la ref. 1, se presentan los resultados de las nivelaciones realizadas hasta 1992; en términos generales se concluye que hasta ese momento el comportamiento de las edificaciones fue satisfactorio.

En la segunda etapa empiezan las mediciones mensuales desde diciembre de 1993 hasta enero de 1995, por lo que en total se efectuaron 14 levantamientos; en la Tabla 1 se presenta un registro tipo del mes de febrero del 95.

En lugar de presentar los 14 registros de los 52 puntos testigos para su análisis, se optó por escoger los puntos testigos asociados a cada uno de los edificios en estudio con su historia de desplazamientos bimestral, anotando en todas las gráficas los desplazamientos en milímetros; es importante hacer mención que estos resultados son desplazamientos diferenciales entre puntos.

Estos edificios son el Gimnasio, Edificio de Escuelas Profesionales, Edificio de Direcciones y Edificio de Preparatoria.

En la Figura 2 se presenta el Gimnasio donde se localizan los puntos testigos 1,2,3 y la historia de desplazamientos, el punto testigo 1 en realidad no pertenece al gimnasio, pero se agregó para complementar la información en ese lugar; se puede observar que en los primeros meses de 1994 se presentó una muy pequeña inclinación hacia la derecha posteriormente con el paso del tiempo prácticamente se tiene el mismo desplazamiento en los puntos 2 y 3.

En la Figura 3 se presenta el Edificio de Escuelas Profesionales, donde se localizan los

puntos testigos del 4 al 11; esta edificación está dividida en tres partes: en la primera sección están los puntos testigos 1 y 2, en la segunda sección están los puntos testigos 6,7,8 y en la tercera sección están los puntos testigos 9, 10 y 11. En el punto testigo 6 se observan dos columnas donde se localiza una junta constructiva y entre el punto testigo 8 y 9, se puede apreciar dos columnas juntas donde se tiene la otra junta constructiva.

En la historia de desplazamientos se puede observar que presenta mayor movimiento en los puntos laterales que en los centrales, registrándose diferencias hasta de 4 y 5 milímetros en dos meses.

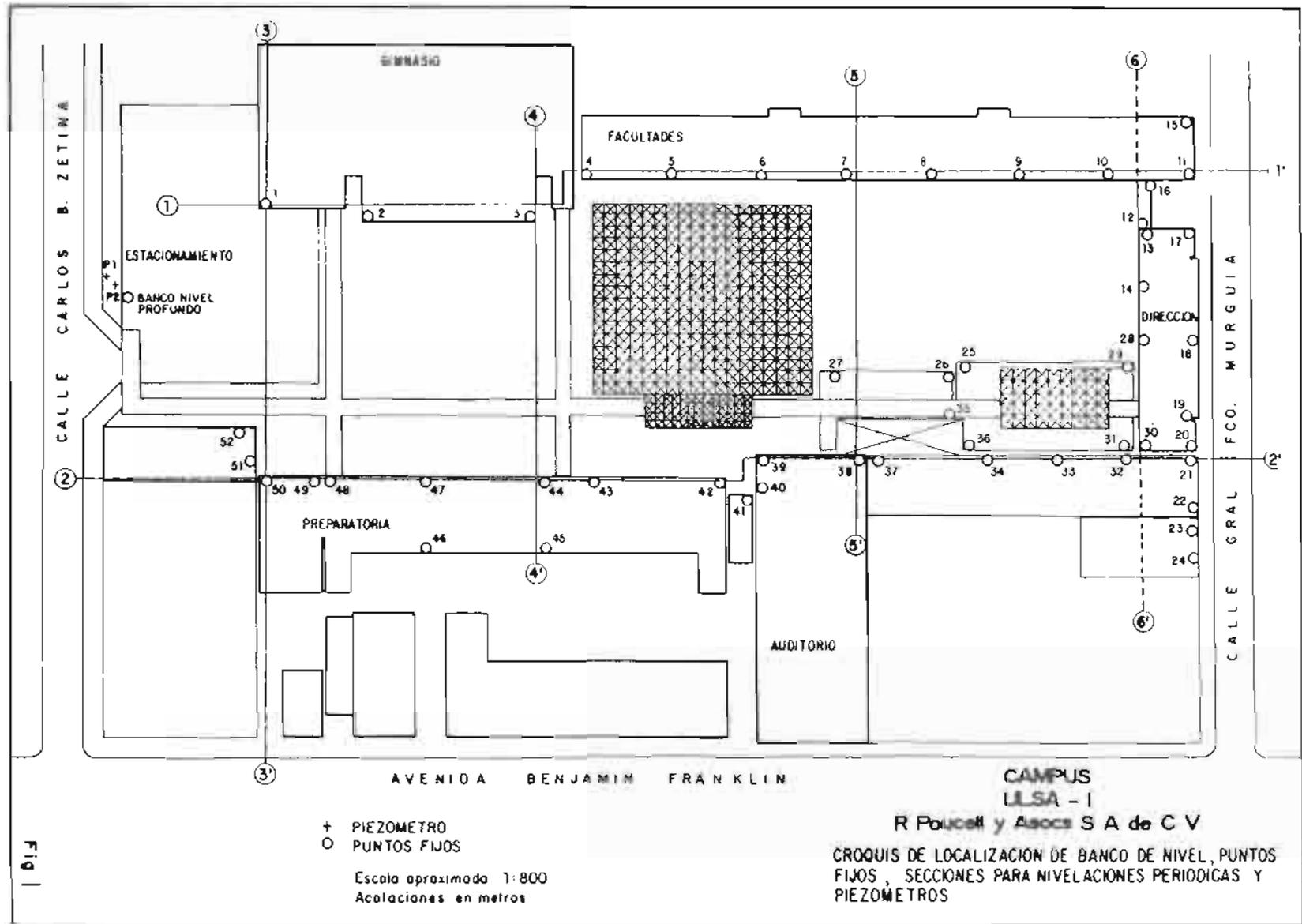
En la Figura 4 se presenta el Edificio de Direcciones, que contiene a los puntos 12,13,14,28 y 30, donde la historia de desplazamientos presenta un comportamiento uniforme, así como hundimientos casi despreciables, siendo el de mayor magnitud el registrado en junio de 1994 en el punto 28 de 4 milímetros aproximadamente.

En la Figura 5 se presenta el Edificio de Preparatoria donde se encuentran los puntos 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, al observar la historia de desplazamientos se muestra un comportamiento constante hasta junio de 1994, cuando se presentaron algunas irregularidades con variaciones de 4 milímetros en promedio; existe una diferencia entre los puntos 48 y 49 registrada en agosto de 1994 lo cual se elimina en las mediciones subsecuentes, lo que indica un error de medición. No se presentan mediciones a partir de enero de 1995 del punto 41 al 44, debido a que se inician las obras de remodelación de la Escuela Preparatoria.

En enero de 1995 se realizó la última lectura con estos 52 puntos testigos y se considera el fin de la segunda etapa.

Estos resultados son aceptables, pero de ninguna manera concluyentes para definir el comportamiento de una estructura; en otras palabras, estos datos son una información complementaria que aunada a otros estudios permite un adecuado conocimiento del comportamiento de las edificaciones.

Figura 1. Localización del Banco de Nivel y 52 puntos testigos.



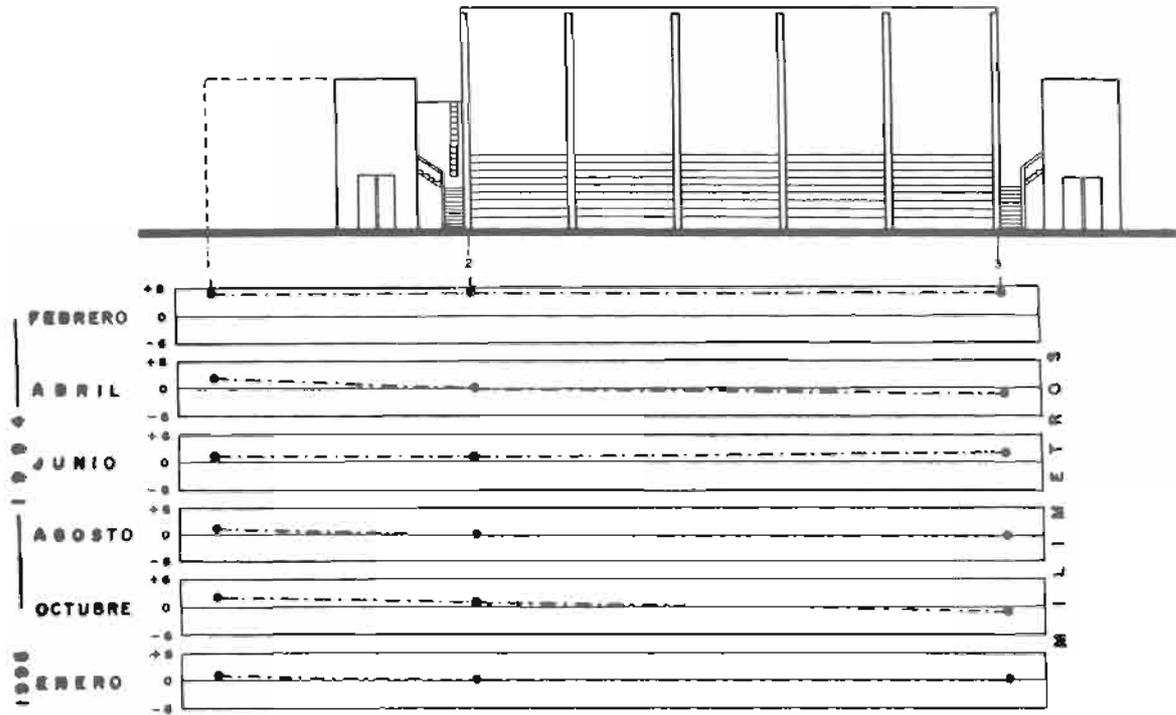


Figura 2. Gimnasio.

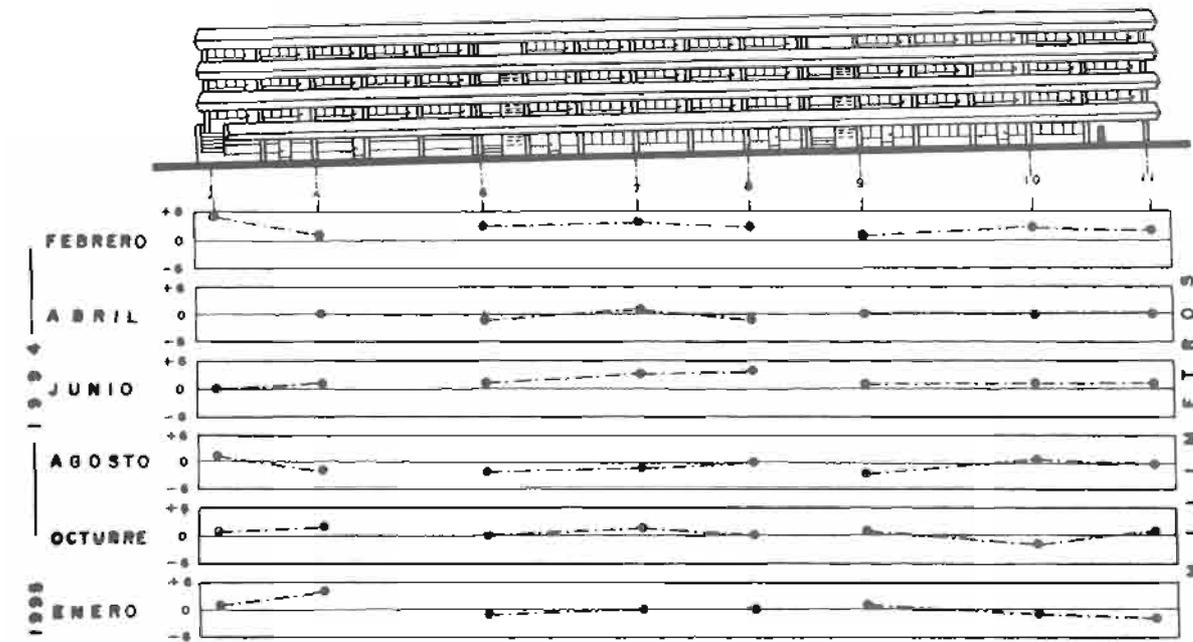


Figura 3. Edificio de Escuelas Profesionales.

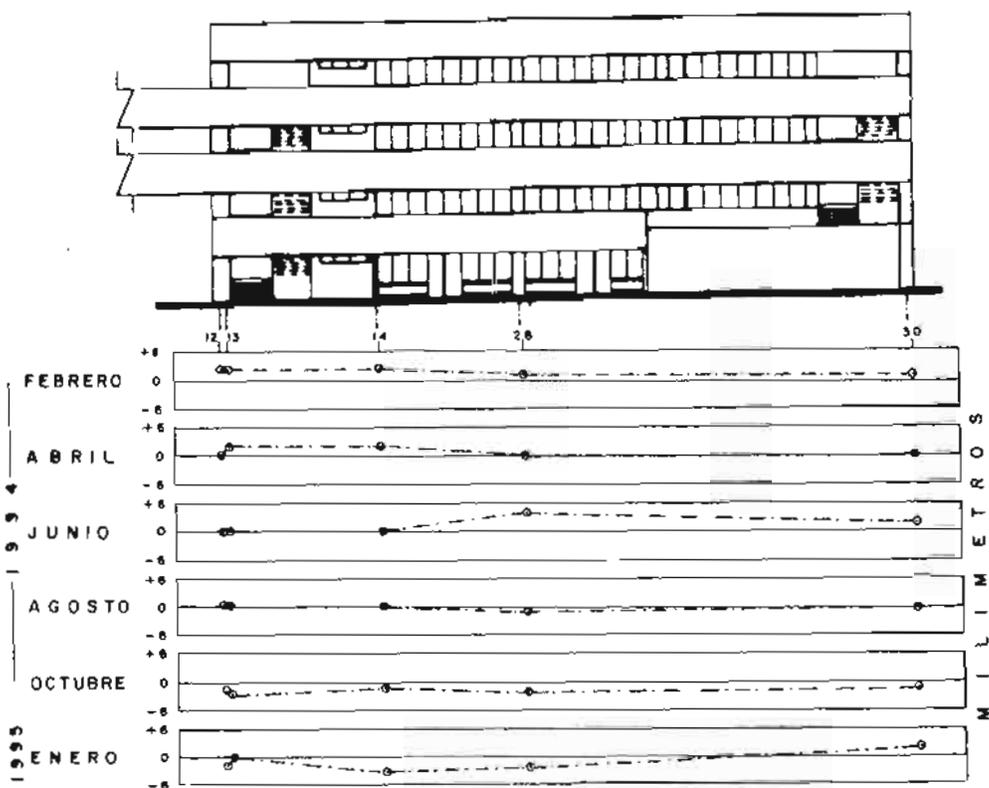


Figura 4. Edificio de Direcciones.

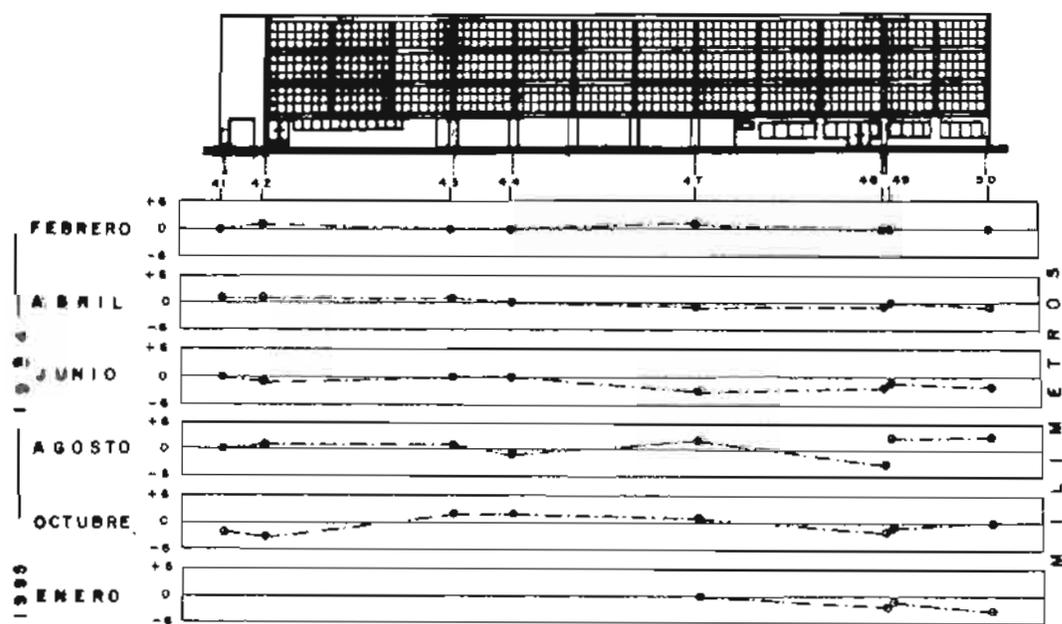


Figura 5. Edificio de salones de Escuela Preparatoria.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones de este programa van enfocadas en dos direcciones: la primera en el aspecto técnico, y la segunda en el aspecto educativo.

Los edificios estudiados la Unidad I han tenido un comportamiento adecuado en términos generales, aunque se reconoce que se necesita efectuar otro tipo de estudios para corroborar esta información.

Para el caso de Escuelas donde se tenga la carrera de ingeniería civil se propone:

- a) Que en la materia de topografía, según los edificios tipos que se tienen en la ciudad de México, se estudien los criterios que permitan la apropiada selección de la metodología a seguir, el equipo a utilizar y la periodicidad con que se debe efectuar este tipo de mediciones, lo anterior apoyado con las prácticas de campo.
- b) Implantar un programa de nivelaciones que permita observar el comportamiento o evolución de la edificación en su Unidad, no sólo desde el punto de vista didáctico, sino como información histórica para que pueda ser estudiada, interpretada y complementada con otros estudios realizados en el lugar y permitan un mejor conocimiento de la zona.
- c) Formar una brigada con estudiantes de servicio social para poder dar asistencia técnica no solo a las personas de su comunidad que lo requieran, sino también para casos de urgencia.
- d) Promover el desarrollo de un sistema de cómputo que permita calcular y registrar los datos en forma eficiente.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Araceli Sánchez de Corral y a la C.P. Dolores de Alba Carpio el apoyo a este proyecto.

Un reconocimiento a I.Q. Concepción Fortes por su labor para dar seguimiento a todo el

material que se ha requerido, a los Ings. Mario Cruz Ruiz y José Luis Heredia por su ayuda a las mediciones durante la segunda etapa, y a la compañía TGC Geotecnica S.A. de C.V. por sus recomendaciones a este estudio.

REFERENCIAS

1. Vera F., *Programa de Nivelaciones y Medición de Condiciones Hidráulicas*, Reporte Interno, CIULSA, Marzo, 1994.
2. Heredia J. L., *Propuesta y Desarrollo de un Programa de Nivelaciones Periódicas*, Tesis Profesional, Universidad La Salle, México D.F., 1994.
3. Brinker R., *Topografía Moderna*, Editorial Harla, México D.F., 1980.



IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED NEURONAL CELULAR EN UNA COMPUTADORA ÓPTICA

Eduardo Gómez-Ramírez, Víctor Ramos-Viterbo, Moisés Alencastre-Miranda,
Alejandro Flores-Méndez y Agustín Sánchez De Tagle
Laboratorio del Centro de Investigación, Universidad La Salle

RESUMEN

En la última década se han desarrollado una gran cantidad de algoritmos de Redes Neuronales Artificiales para diferentes tareas. Uno de los más importantes es el de Redes Neuronales Celulares (RNC), el cual se ha empleado principalmente para el reconocimiento y procesamiento de imágenes debido a su naturaleza paralela y que puede ser implementado en circuitos VLSI. Existen varios algoritmos de redes neuronales que también tienen naturaleza paralela como el modelo de Hopfield y, BAM que han sido implementados en una computadora óptica. En este trabajo se presenta una implantación del algoritmo de RNC en una computadora óptica.

ABSTRACT

On the last decade a great quantity of algorithms of Artificial Neural Networks for different purposes have been developed. One of the most important are Cellular Neural Networks (CNN), which has been used mainly for the image processing and pattern recognition because of its parallel nature and because it could be implemented on VLSI circuits. There are a few works using optical computers like Hopfield and BAM Networks. The current paper show an implementation of the algorithm of CNN in an optical computer.

INTRODUCCIÓN

Las Redes Neuronales Celulares (RNC) han tenido un gran desarrollo principalmente en implantaciones para el procesamiento y reconocimiento de imágenes. Una de las razones principales es su naturaleza paralela y la sencillez de su algoritmo. La naturaleza paralela de las redes neuronales ha sido aprovechada por otro tipo de tecnologías para su aplicación. Algunas de ellas son en VLSI y otras de ellas utilizando nuevos desarrollos como es el caso de la computación óptica. Esta herramienta ha sido utilizada para la implantación de redes neuronales como Hopfield y Kanerva (1) para el procesamiento y reconocimiento de patrones. En este trabajo se presenta la implantación de una red neuronal celular en una computadora óptica. Se incluyen algunos ejemplos de procesamiento de imágenes.

El artículo está estructurado de la siguiente forma: en la primera parte se hace una descripción del algoritmo de RNC, en la

segunda se hace una breve descripción de lo que es computación óptica y arquitectura principal. En la siguiente parte se describe un ejemplo de procesamiento de imágenes y por último, conclusiones y trabajo futuro.

RED NEURONAL CELULAR

Desde sus orígenes en 1987 las redes neuronales celulares surgen como un algoritmo muy poderoso, y hoy en día son varios los grupos de investigación en esta área. Este desarrollo ha sido tal, que en Europa cada dos años se hace un congreso dedicado a este algoritmo. Éste surgió en los laboratorios del Profesor León Chua en Berkeley (2,3).

Como se definió en sus orígenes una RNC es un arreglo idéntico, no lineal de circuitos dinámicos simples colocados en forma bidimensional (2). Este arreglo puede ser de diferentes tipos dependiendo de la forma de su conectividad o de la forma de su *vecindad*.



MODELO MATEMÁTICO

El modelo matemático simplificado que define este arreglo es el siguiente (4):

$$\frac{dx^c}{dt} = -x^c(t) + \sum_{d \in N_r(c)} a_d^c y^d(t) + \sum_{d \in N_r(c)} b_d^c u^d + i^c \quad (\text{Ec.1})$$

$$y^c(t) = \frac{1}{2} \left(|x^c(t) + 1| - |x^c(t) - 1| \right) \quad (\text{Ec.2})$$

donde:

- La variable x^c representa el estado de la célula c , y^c la salida y u^c su entrada.

El estado de cada célula es controlado por las entradas y las salidas de células adyacentes dentro de una r -vecindad $N_r(c)$. Las salidas se retroalimentan multiplicadas por los coeficientes a_d y las entradas son multiplicadas por parámetros de control b_d . El valor de i^c es constante y se utiliza para ajustar el umbral¹. Estos coeficientes son invariables traslacionalmente y serán denominados como *modelo*².

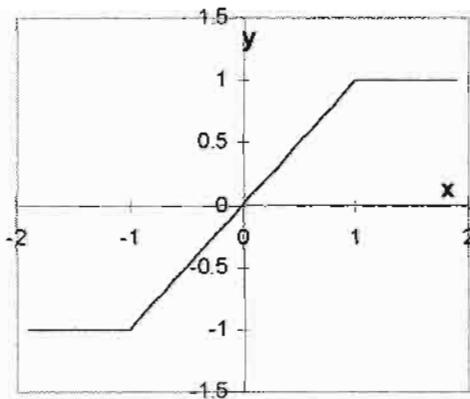


Figura 1. Función de salida.

¹ Este coeficiente es equivalente al *input bias* en otras redes.

² A todos estos coeficientes se les conoce como *template*.

La salida y_c se obtiene aplicando la Ec. 2. Esta ecuación limita el estado de la salida en el rango $[-1, 1]$, de la misma forma en que limitan las funciones de activación en modelos clásicos de redes neuronales. (Figura 1).

MODELO MATEMÁTICO DISCRETO

El modelo matemático descrito anteriormente puede ser representado de la siguiente forma:

$$\frac{dx^c}{dt} = -x^c(t) + k \quad (\text{Ec.3})$$

donde:

$$k = \sum_{d \in N_r(c)} a_d^c y^d(t) + \sum_{d \in N_r(c)} b_d^c u^d + i^c$$

Como el estado final del sistema se obtiene evaluando $x(\infty)$, el modelo puede ser simplificado a:

$$x^c(k) = \sum_{d \in N_r(c)} a_d^c y^d(k) + \sum_{d \in N_r(c)} b_d^c u^d + i^c \quad (\text{Ec.4})$$

Algunos autores consideran también una modificación en la salida (Ec. 2), de la siguiente forma (4):

$$y^c(k) = f(x^c(k-1))$$

$$y^c(k) = \begin{cases} 1 & \text{si } x^c(k-1) > 0 \\ -1 & \text{si } x^c(k-1) < 0 \end{cases} \quad (\text{Ec.5})$$

Sin embargo, la simplificación realizada (Ec. 4) puede utilizarse con la función de Ec. 2 (6).

COMPUTACIÓN ÓPTICA

A diferencia de la tecnología tradicional de computadoras donde el proceso se hace manipulando electrones. En una computadora óptica se utilizan fotones. El principal motivo es utilizar las características naturales de la luz: su velocidad y naturaleza paralela. Una de las principales arquitecturas utilizadas es la siguiente, que considera básicamente tres partes (5):

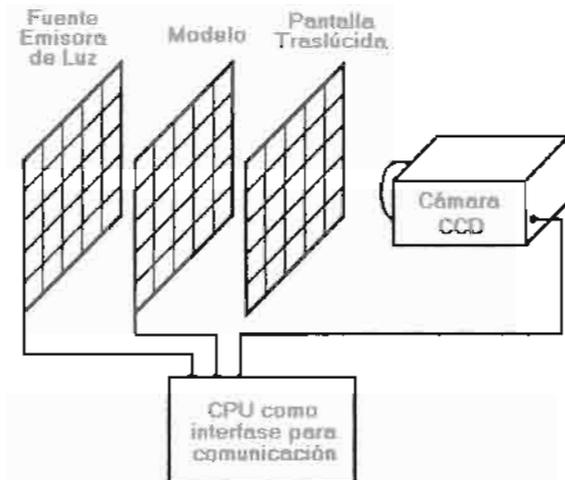


Figura 2. Arquitectura de una Computadora Óptica.

- 1) Fuente emisora de luz, en donde se despliega la imagen a ser transformada.
- 2) El *modelo* se despliega en un modulador espacial de luz. En esta parte se puede utilizar un acetato o un Datashow.
- 3) El resultado se visualiza en una pantalla. Esta pantalla puede ser un vidrio traslúcido de tal forma que este resultado pueda ser capturado por una cámara CCD, para su retroalimentación ya sea en la entrada o en el modulador. Esta arquitectura puede verse en la Figura 2.

La multiplicación de las matrices por la entrada se obtiene utilizando la técnica de Shadow Casting (5), y los resultados de la transformación son puntos en intensidades de luz. Este resultado es capturado con una cámara CCD, y retroalimentado utilizando una PC. Esta arquitectura fue implementada en el laboratorio del Centro de Investigación (5,6), y actualmente se está trabajando en el desarrollo de mejores etapas (7), ya sea para aumentar resolución o para incrementar la velocidad del procesamiento que se realiza en la computadora (PC).

EJEMPLOS

Se utilizó la imagen de la Figura 3 y las matrices A y B siguientes (3):

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$I = 0$$

Los Resultados en simulación a la primera iteración se muestran en la Figura 4 y para la tercera y quinta iteración se muestran en las Figuras 5 y 6. Los resultados para los mismos pasos utilizando la computadora óptica se muestran en las gráficas de las Figuras 7 y 8.

En el caso de que se utilice un modelo en el cual los coeficientes de la matriz sean números negativos, como el siguiente:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -0.5 & 0 \\ -0.5 & 2 & -0.5 \\ 0 & -0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$I = 0$$

se requiere separar los valores de la matriz en valores negativos y positivos. Después de esto se aplica el proceso equivalente a la convolución de la misma forma que en el ejemplo 1. De esta forma se obtuvieron los Figuras 11 y 13 para la parte negativa, y 12 y 14 para la parte positiva. Finalmente estos dos resultados se suman para obtener la salida correcta. (Figura 15).

Como se puede observar en las figuras se obtienen los mismos resultados en los valores de simulación, como los obtenidos utilizando la computadora óptica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La Computación Óptica ofrece importantes ventajas en cuanto a la velocidad, procesamiento en paralelo y manipulación de señales de tipo binario. Dependiendo de los avances que se puedan desarrollar para

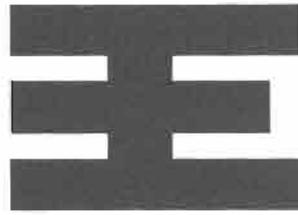


Figura 3. Imagen Original

Simulación

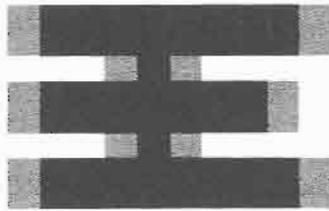


Figura 4. Primera Iteración.

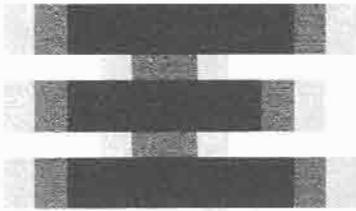


Figura 5. Segunda Iteración.

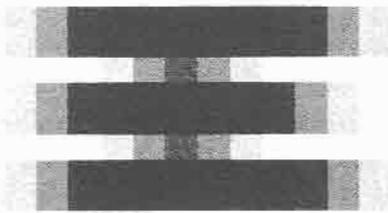


Figura 6. Tercera Iteración

Computadora Óptica

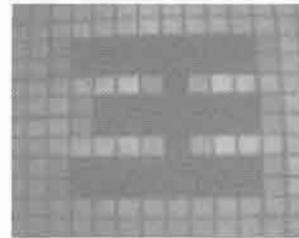


Figura 7. Primera Iteración

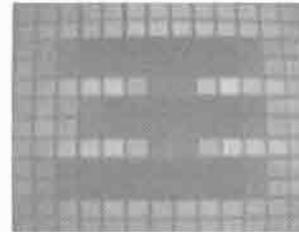


Figura 8. Segunda Iteración

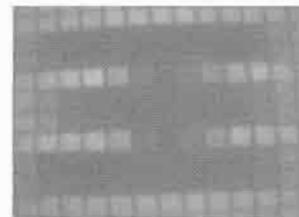


Figura 9. Tercera Iteración

mejorar las interfaces de entrada de datos y procesamiento, esta arquitectura puede llegar a sustituir las arquitecturas convencionales que manipulan electrones. En este caso la implantación de algoritmos de redes neuronales artificiales que funcionan en forma paralela es casi automático, como lo fue para los casos que se han analizado de Hopfield, Kanerva y

en este último de redes neuronales celulares. A pesar de que todavía no es posible disponer de interfaces ópticas para su manejo, la computadora óptica puede reconocer y procesar imágenes utilizando una red neuronal celular.

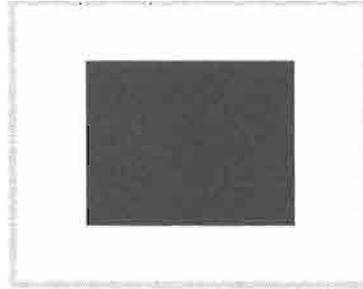


Figura 10. Imagen Original.

Simulación

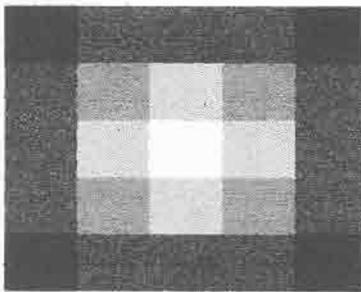


Figura 11. Estado negativo para la primera iteración.

Computadora Óptica

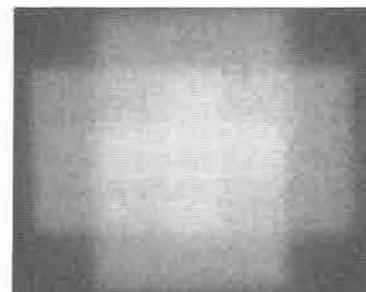


Figura 13. Estado negativo para la primera iteración.

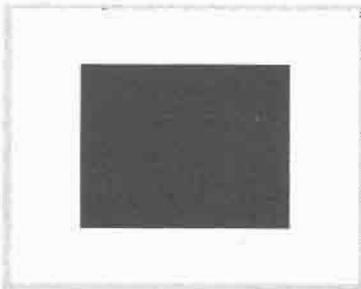


Figura 12. Estado positivo para la primera iteración.

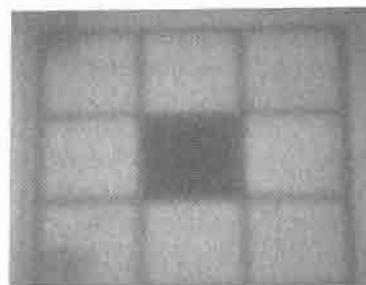


Figura 14. Estado positivo para la primera iteración.

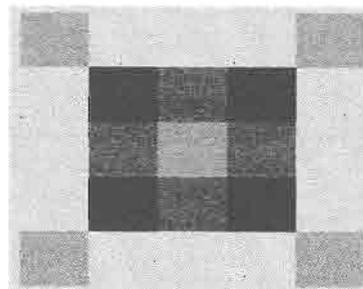


Figure 15. Unión de las partes positiva y negativa.



AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer la colaboración y apoyo de este proyecto por el Laboratorio de Investigación para el Desarrollo Académico (LINDA) de la UNAM.

REFERENCIAS

1. Mayol W., Gómez E. "2D Sparse Distruted Memory-Optical Neural Network for Pattern Recognition". *IEEE International Conference on Neural Networks*. Orlando, Florida, June 28-July 2, 1994.
2. Chua O., Yang L. Cellular neural networks: Theory, *IEEE Trans. Circuits Syst.*, 35:1257-1272, 1988.
3. Chua O., Yang L. Cellular neural networks: Applications, *IEEE Trans. Circuits Syst.*, 35:1273-1290, 1988.
4. Harrer H., Nossek J. Discrete-Time Cellular Neural Networks. *Cellular Neural Networks*. Edited by T. Roska and J. Vandewalle. John Wiley & Sons. 1993.
5. Ramos V., Gómez E., Martínez V., García F., Balderas O., Alencastre M. "Computadora Óptica: fundamentos, arquitectura y algoritmos para el reconocimiento de patrones". *XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana*, Universidad de Colima, Colima, México, Octubre 1-7, 1995.
6. Alencastre M., Flores A., Gómez E. "Comparación entre Métodos Clásicos y Redes neuronales celulares para el análisis de imágenes". *XXXVIII Congreso Nacional de Física*. Zacatecas, Zacatecas, México, octubre 16-20, 1995.
7. Ramos V., Gómez E., Mayol W. (LINDA-FI-UNAM), Martínez V., García F. "Procesamiento de imágenes utilizando la transformada de Walsh Óptica Codificada". *Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Computacionales*. Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec, Morelos, septiembre 27-29, 1995.



COMPORTAMIENTO CAÓTICO EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Hugo G. González-Hernández, Marcos Montiel-Castellanos y Alejandro Corona-Jouanen
Laboratorio del Centro de Investigación, Universidad La Salle

RESUMEN

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) presentan comportamientos dinámicos complejos y, bajo ciertas circunstancias, presentan caos. En estos sistemas pueden presentarse toda clase de atractores: puntos de equilibrio, ciclos límite, atractores casi-periódicos y caos. Se han realizado muchos trabajos en lo que respecta a redes neuronales con retraso. Se ha demostrado que las redes neuronales con conexiones asimétricas y alta ganancia presentan también comportamiento caótico. En el presente trabajo se muestra un análisis de este tipo de RNA. Se muestra una RNA de cuatro neuronas y se analizan las condiciones bajo las cuales presenta comportamiento caótico calculando los exponentes de Lyapunov.

ABSTRACT

Artificial Neural Networks (ANN) present complex dynamics and, under certain circumstances, they present chaos. All kinds of attractors can be present in this systems, like equilibrium points, limit cycles, quasiperiodic and chaotic attractors. A lot of work has been done on neural networks with delay. It has been proved that Neural networks with assymetric connections and high gain also present chaotic behavior. The current paper analyzes the behavior of this type of ANN. A four-neuron ANN and the circumstances on which this system has chaotic behavior by computing the Lyapunov exponents is shown.

INTRODUCCIÓN

Antes de entrar en materia, revisaremos algunos resultados de Dinámica de Sistemas, Teoría de Bifurcaciones y Caos y Redes Neuronales Artificiales.

Sistemas Dinámicos

El *estado* de un sistema es el conjunto más pequeño de variables que determinan el comportamiento del sistema para todo tiempo.

El *espacio de estado* es un espacio n -dimensional cuyos ejes coordenados son los estados de un sistema.

El *atractor* es el lugar geométrico descrito por la evolución en tiempo de un sistema en el espacio de estado en estado estable. Podemos clasificar el tipo de atractor por la geometría de éste distinguiendo el de Punto Fijo, el de Ciclo

Límite, el Casi-Periódico (Quasiperiódico) y por último, el Caótico.

Caos

Definición 1. Dado un mapeo $\dot{x} = f(x)$, la evolución del sistema es *caótica* en un intervalo I si (3):

- (i) Los puntos de f forman un *conjunto denso* en I .
- (ii) f es *transitivo*.
- (iii) f es *sensible a condiciones iniciales*.

De las características del comportamiento caótico podemos resaltar la dimensión fractal del atractor, el mapa de Poincaré fractal, señal rica en frecuencias y exponente de Lyapunov positivo, siendo esta última una de las únicas medidas analíticas con las que se cuenta.

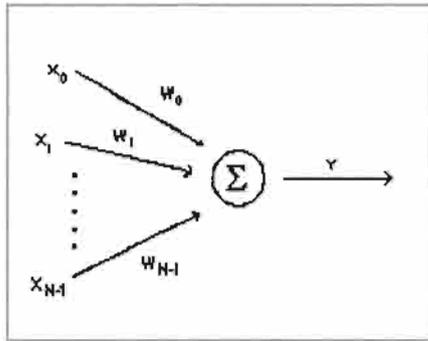


Figura 1. Función de un nodo de una RNA.

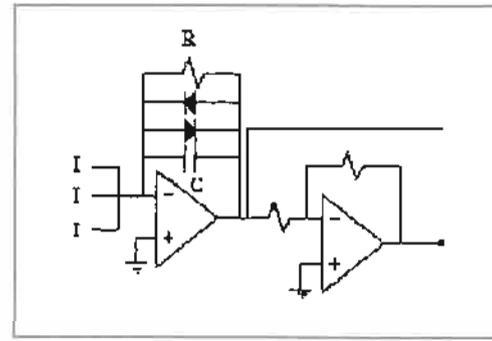


Figura 2. Diagrama del Circuito del Nodo i.

Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Las RNA son sistemas dinámicos no Lineales, que pueden ser descritos por Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO), Ecuaciones en Diferencias (EeD) o Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP) (8). Un nodo de una Red Neuronal puede esquematizarse como en la Figura 1.

Los tipos de conexiones interneuronales (2) son: Acoplamiento Positivo, Acoplamiento Negativo, Desacoplado.

El *Aprendizaje* es la adaptación de los valores de los pesos de conexión para un fin específico.

DESCRIPCIÓN DE LA RED

La red que se propone permite los tres tipos de acoplamiento entre sus nodos. Implantaremos el modelo de esta red en un circuito electrónico. El circuito consiste en 4 amplificadores no lineales conectados entre sí, el esquemático de uno de los nodos se puede ver en la Figura 2, los elementos pasivos son la resistencia y capacitancia de retroalimentación. La parte no lineal del circuito está compuesta por diodos.

Modelo matemático

Se puede modelar el circuito considerando que cada amp-op tiene una corriente de entrada y un voltaje de offset de cero.

Las relaciones de voltaje en el circuito son:

$$-C\dot{V} = JV + F(V_i)$$

donde:

$$F(V) = a\text{Senh}(bV_i)$$

- C es la Capacitancia de Retroalimentación.
- J es la matriz de Pesos entre los Nodos i y j .

$$J_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{R} & i = j \\ \pm\sigma & i \neq j \end{cases}$$

- El vector $V = [V_1 \ V_2 \ \dots \ V_n]^T$ con V_i como el voltaje de salida en el nodo i .
- a es una constante igual a $1.1125 \cdot 10^{-7}$ A.
- b es una constante determinada por la siguiente relación.

$$b = \frac{12}{n} V^{-1}$$

Simulación

El sistema de ecuaciones que describen la dinámica de la red fue simulado para diferentes



valores de pesos de la matriz J . Se encontraron atractores de *punto fijo*, de *ciclo llmite*, *cuasiperiódicos* y *caóticos*. Se tomaron como constantes los valores de a y b , y fijas las condiciones iniciales $V_1(0) = -1.5$, $V_2(0) = V_3(0) = V_4(0) = 0$.

Punto fijo

Los valores de J utilizados fueron:

$$J = \begin{bmatrix} 0.333 & -0.28 & 0 & 0.56 \\ 0.6 & 0.333 & 0 & -0.93 \\ -0.22 & 0 & 0.333 & -0.5 \\ 0.47 & 0 & 0.22 & 0.333 \end{bmatrix}$$

La Figura 3 y la Figura 4 muestran el comportamiento dinámico del sistema, se puede observar que el atractor es un punto fijo.

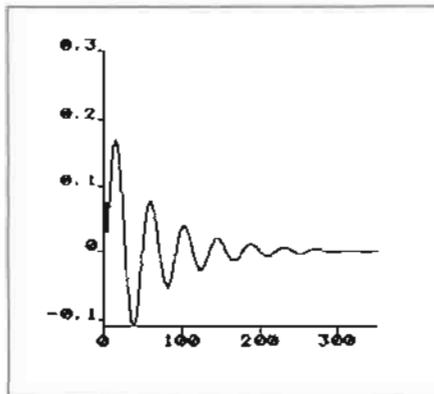


Figura 3. Evolución de $V_2(t)$.

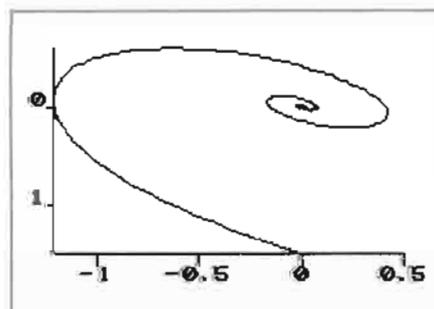


Figura 4. Proyección $V_1(V_2)$.

Ciclo Llmite

Para la matriz

$$J = \begin{bmatrix} 0.333 & -0.28 & -0.42 & -0.56 \\ -0.76 & 0.333 & -0.2 & -0.93 \\ -0.22 & 0 & -0.2 & 0.333 \\ -0.47 & -0.02 & -0.22 & 0.333 \end{bmatrix}$$

se obtuvo una órbita periódica como atractor, en la Figura 5 se muestra la forma de onda en tiempo.

La Figura 6 muestra el atractor en una proyección del espacio de estado en el plano V_2 vs. V_3 (con transitorios).

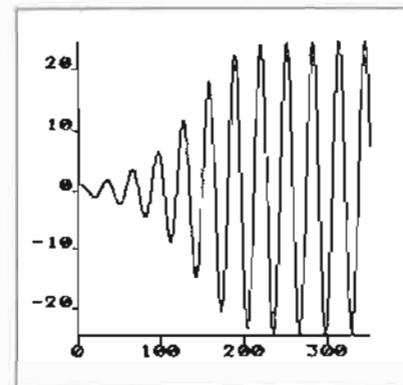


Figura 5. Evolución de $V_2(t)$.

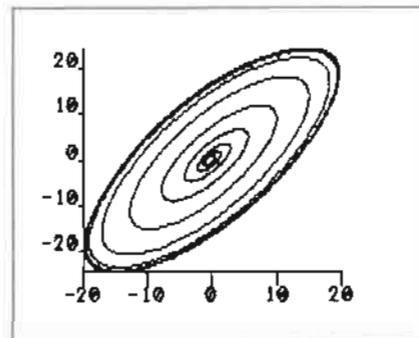


Figura 6. Proyección $V_2(V_3)$.



Atractor Quasiperiódico

Se encontró la siguiente matriz para este tipo de atractor.

$$J = \begin{bmatrix} 0.333 & -0.35 & -0.2 & 0.51 \\ 0.76 & 0.333 & 0 & -0.72 \\ 0.83 & -0.2 & 0.333 & -0.45 \\ -0.39 & 0 & 0.15 & 0.333 \end{bmatrix}$$

La señal en tiempo se muestra en la Figura 7. Observamos que esta señal está compuesta por varias frecuencias, obteniéndose así un atractor quasiperiódico, mismo que se muestra en la Figura 8. Cabe aclarar que, aunque el sistema muestre varias frecuencias, el atractor sigue siendo un ciclo límite, independientemente que se le conozca como atractor quasiperiódico.

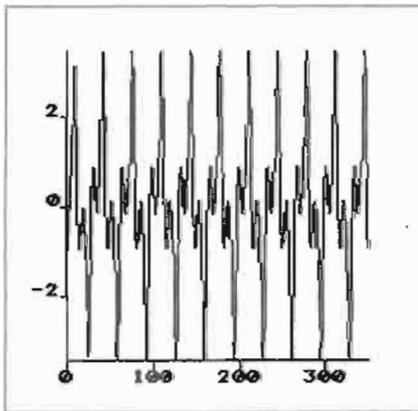


Figura 7. Evolución de $V_1(t)$.

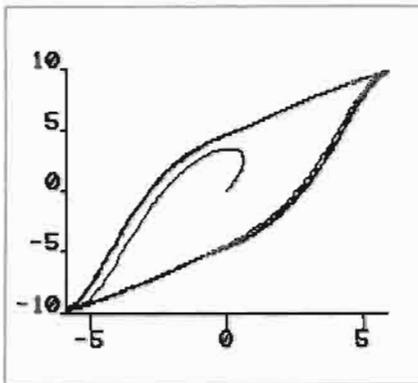


Figura 8. Proyección $V_2(V_3)$.

Caos

En este trabajo reportamos dos casos en los que se presenta comportamiento caótico, aunque pueden existir más.

A) Primer caso:

$$J = \begin{bmatrix} 0.333 & -0.2 & -0.42 & 0.54 \\ -0.76 & 0.333 & 0 & 0.78 \\ 0.83 & -0.2 & 0.333 & 0.45 \\ -0.05 & 0 & 0.17 & 0.333 \end{bmatrix}$$

Los exponentes de Lyapunov del sistema son $\lambda_1 = 0.03052$, $\lambda_2 = 0$, $\lambda_3 = -0.158$, $\lambda_4 = -0.60238$ y la dimensión de Lyapunov es $D_L = 2.19315$

Observamos claramente que la dimensión del sistema es fractal y que los exponentes de Lyapunov son de la forma (+, 0, -) que es una condición suficiente para que exista caos.

En la Figura 9 podemos observar el comportamiento en tiempo para esta matriz de pesos. En la Figura 10 se muestra una proyección del atractor que es de tipo Rössler.

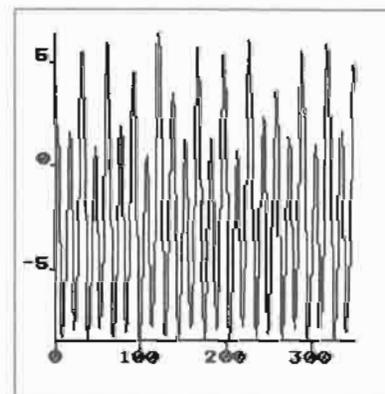


Figura 9. Evolución de $V_2(t)$.

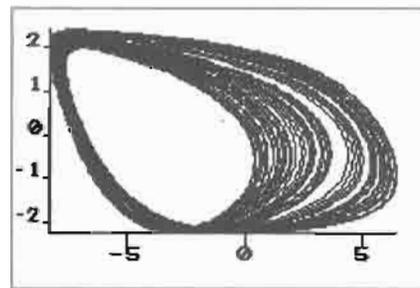


Figura 10. Proyección $V_1(V_2)$.

B) Segundo caso:

$$J = \begin{bmatrix} 0.333 & -0.2 & -0.42 & 0.54 \\ -0.76 & 0.333 & -0.01 & 0.78 \\ 0.83 & -0.15 & 0.333 & 0.45 \\ -0.07 & 0 & 0.17 & 0.333 \end{bmatrix}$$

obteniendo los siguientes exponentes de Lyapunov:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0.0624 \\ \lambda_2 &= 0 \\ \lambda_3 &= -0.1427 \\ \lambda_4 &= -0.5955 \\ D_L &= 2.4373 \end{aligned}$$

En la Figura 11 se observa la respuesta en tiempo de variable $V_1(t)$.

Como se había mencionado al principio del presente trabajo, una de las propiedades

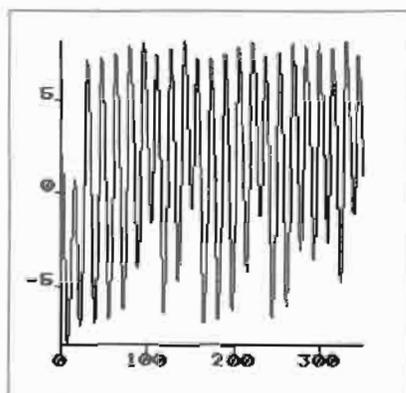


Figura 11. Evolución de $V_1(t)$.

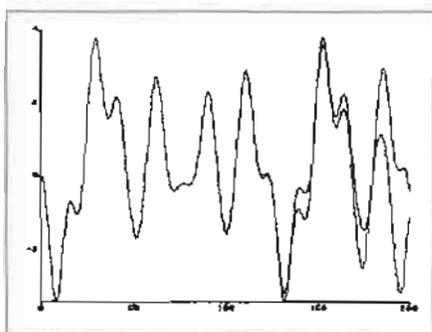


Figura 12. Sensibilidad a condiciones iniciales.

fundamentales del comportamiento caótico es su sensibilidad a condiciones iniciales, en la Figura 12 presentamos dos diferentes evoluciones en tiempo de la variable $V_1(t)$ para dos condiciones iniciales arbitrariamente cercanas. Podemos observar que las soluciones divergen mientras el tiempo aumenta.

Finalmente se puede observar en la Figura 13 una proyección del atractor en el plano V_1 vs. V_2 .

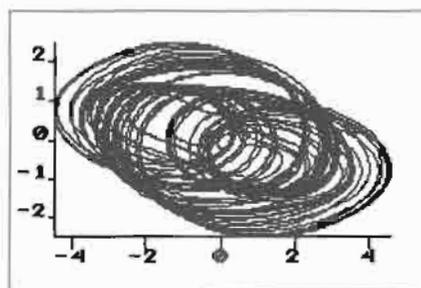


Figura 13. Proyección $V_1(V_2)$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El estudio de redes neuronales involucra conceptos de dinámica no lineal, sistemas estocásticos (9) y algunos otros. Es importante conocer el comportamiento presente en una RNA, sus causas y las aplicaciones que éste pueda tener. Los resultados pueden ayudar a resolver aspectos fundamentales concernientes al comportamiento caótico dentro de las RNA de mayor orden (2,4,6).

La simulación computacional al igual que la implementación electrónica son de gran ayuda para el estudio del comportamiento de las RNA (5). En este trabajo encontramos algunas de las configuraciones paramétricas en las que se presentan estos tipos de atractores. Se está trabajando para encontrar las condiciones paramétricas bajo las cuales un sistema como este presenta caos (8,10). Es importante señalar que es necesario realizar un análisis de estabilidad para este tipo de sistemas (7).



REFERENCIAS

1. Baker, G. L.; Gollub, J. P. *Chaotic Dynamics: An Introduction*. Cambridge Press, Cambridge 1992.
2. Chapeau-Blondeau F. & Chauvet G. Stable, Oscillatory, and Chaotic Regimes in the Dynamics of Small Neural Networks with Delay. *Neural Networks* 5, 1992.
3. Gebroggi, C.; Ott, E. and Yorke, J. A. Controlling Chaos. *Physical Review Letters*. 64, 1990.
4. Hansel, D. & Sompolinsky, H. Synchronization and Computation in a Chaotic Neural Network. *Physical Review Letters* 68, 1992.
5. Kepler, T. B.; Datt, S. & Meyer R. and Abbott L. Chaos in a Neural Network Circuit. *Physica D* 46, 1990.
6. Lippmann, R. P. An Introduction to Computing with Neural Nets. *IEEE ASSP Magazine*, Abril 1987.
7. Matsuoka, K. Stability Conditions for Nonlinear Continuous Neural Networks With Asymmetric Connection Weights. *Neural Networks* 5, 1992.
8. González-Hernández, H. G. *Estudio del Comportamiento Caótico en Redes Neuronales Artificiales Simples*. XXXVI Congreso Nacional de Física. Octubre 1993, Acapulco, Gro.
9. Shinamoto, S. Statistical Properties of Neural Networks. *Progress of Theoretical Physics*. 75, 1986.
10. Van der Maas H.; Verschure P. & Molenaar P. A note on Chaotic Behavior in Simple Neural Networks. *Neural Networks* 3, 1990.



CONTROL ADAPTABLE BASADO EN EL ANÁLISIS DE PASIVIDAD PARA UN ROBOT MANIPULADOR RÍGIDO DE DOS GRADOS DE LIBERTAD

Ma. del Carmen Lule-Capinteyro y Hugo G. González-Hernández
Laboratorio del Centro de Investigación, Universidad La Salle

RESUMEN

El desarrollo de técnicas efectivas de control representa un paso importante en aplicaciones de robótica, pues éstas se ven afectadas por incertidumbres paramétricas. Una alternativa para controlar un robot manipulador del cual no se conoce el modelo dinámico nominal, es el diseñar un control adaptable. En este artículo se presenta el diseño basado en análisis de pasividad y bajo el criterio de Lyapunov, de un control adaptable para un robot manipulador rígido con articulaciones rotacionales de dos grados de libertad con incertidumbre paramétrica. Se prueba este controlador realizando el seguimiento de una trayectoria deseada.

ABSTRACT

The development of effective control techniques represents a great deal in robotics applications because there exist parametric uncertainty. Adaptive control techniques offer an alternative strategy for this problem. In this paper we show a passivity analysis based design of an adaptive control for a two-degree-of-freedom rigid manipulator in such a way that this controller allows us to have global asymptotic stability for tracking a desired trajectory.

INTRODUCCIÓN

Cuando no se conoce por completo el modelo nominal¹ de la dinámica del robot manipulador, es decir, que existen incertidumbres en algunos o todos los elementos que la componen, se propone compensar este desconocimiento paramétrico con estrategias adaptables para su control, pues tienen la ventaja de que el mecanismo de adaptación extrae información del sistema tratando de llegar al conocimiento de éste por completo en un tiempo finito teniendo como referencia el error de seguimiento.

Las leyes de control adaptable pueden ser clasificadas de acuerdo a su objetivo de control y la señal que dirige la ley de sintonización de los parámetros. El objetivo de control determina la estructura en el controlador de los parámetros, los cuales van a ser sintonizados en línea. La ley de sintonización o estimación, en cambio, puede ser dirigida por una señal que mida, o bien el error entre los parámetros

estimados y los reales (error de predicción) o el error entre la salida deseada y la salida actual del sistema (error de seguimiento).

En este artículo se discutirá el diseño de un controlador adaptable de dinámica inversa, también llamado par calculado pasivo, cuyo objetivo de control es, además de la linealización² del sistema, preservar las propiedades de pasividad de la dinámica del manipulador en lazo cerrado.

La presentación está organizada de la siguiente forma: en la primera sección se presentan algunas definiciones que serán de utilidad para las pruebas de estabilidad y análisis de pasividad; en la segunda sección se presenta la derivación de las ecuaciones de la dinámica del manipulador mediante las ecuaciones de Euler-Lagrange; en la tercera sección una vista rápida al controlador *Par*

¹ Sistema altamente no lineal.

² Es un caso especial de retroalimentación para la linealización de un sistema no lineal, esto es, obtener un sistema en lazo cerrado el cual es lineal y desacoplado.



calculado pasivo tanto para el caso de parámetros conocidos y el diseño del controlador adaptable para parámetros desconocidos; y por último, en la cuarta sección se presenta la simulación de un caso de una configuración específica para un manipulador de 2 grados de libertad en el seguimiento de una trayectoria dada.

1. NOTACIÓN Y TERMINOLOGÍA

En principio se presenta la notación y algunas definiciones, lemas y teoremas que se manejarán a lo largo de los diferentes análisis y derivaciones.

\mathbb{R}_+ denota el conjunto de los números reales no negativos.

\mathbb{R}^n denota el espacio vectorial n -dimensional sobre los reales.

= se entiende como *igual por definición*.

$D_x f$ es equivalente a df/dx

sup significa *supremo de*.

Definición 1. La norma euclidiana está definida como:

$$\|x\| = \left(\sum_{i=1}^n |x_i|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad x \in \mathbb{R}^n$$

Definición 2. El espacio lineal L_2 es el conjunto de las funciones $f: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}^n$, tal que:

$$\|f\|_2 = \int_0^\infty |f(t)|^2 dt < \infty$$

El espacio lineal L_∞ es el conjunto de las funciones $f: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}^n$, tal que:

$$\|f\|_\infty = \sup_i \|f_i(t)\| < \infty$$

donde $\|f\|_2$ es la norma L_2 y $\|f\|_\infty$ es la norma L_∞ , lo que implica que ambos espacios son espacios lineales normados.

Definición 3. Una función $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ es continua si

$$\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0), \quad \forall x \in \mathbb{R}^n$$

Definición 4. Una función f es *uniformemente continua* si $\exists k > 0, k \in \mathbb{R}$, tal que:

$$\|f(x)\| \leq k < \infty$$

$$\left\| \frac{df(x)}{dx} \right\| \leq k < \infty, \quad \forall x \in \mathbb{R}^n$$

esto es que $f \in L_\infty$ y $D_x f \in L_\infty$.

Lema 1. Considere las funciones continuas y diferenciables $x: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}^m$ y $y: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}_+$. Defínase una función $V: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}_+$ dada por:

$$V(x, y) = x^T K x + y \geq 0$$

$$K = K^T > 0 \in \mathbb{R}^{m \times m}$$

Si \exists una función $z: \mathbb{R} \rightarrow U$, U es un subespacio de \mathbb{R}^m de dimensión i ($i \leq m$), tal que:

$$\dot{V}(x, y) = -z^T K_2 z \leq 0$$

$$K_2 = K_2^T > 0 \in \mathbb{R}^{m \times m}$$

entonces: $x \in L_\infty, y \in L_\infty, z \in L_2^1$

Abusando de la notación de tal forma que, si $H(s)$ es una función de transferencia en variable compleja s de una función (transformable en Laplace) $h(t)$ y $r(t)$ es una función del tiempo, entonces $H(s)r$ estará dada por $(h * r)(t)$, donde $*$ denota el producto de convolución. Con esta notación tenemos que:

Lema 2. (2) Sea

$$e = H(s)r$$

donde $H(s)$ es una función de transferencia exponencialmente estable de dimensión $n \times m$ y estrictamente propia.

Entonces: $r \in L_2^n \Rightarrow e \in L_2^n \cap L_\infty^n, D_x e \in L_2^n$; e es continua y $e \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$. Además $r \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$, entonces $D_x e \rightarrow 0$.

Si $r \in L_\infty^n$, entonces $e \in L_\infty^n$ y $D_x e \in L_\infty^n$.



Definición 5. Un mapeo $x \rightarrow y$ es pasivo si y solamente si:

$$\langle x|y \rangle_T := \int_0^T x^T y dt \geq -\beta$$

$$\beta > 0, \forall T$$

Teorema de Barbalath. Si una función diferenciable $f(t)$ tiene un límite finito cuando $t \rightarrow \infty$ si $D_x f(t)$ es uniformemente continua.

Entonces $D_x f(t) \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$.

$f(t)$ es continua en $[0, \infty)$ si $\forall t_1 \geq 0, \forall R > 0 \exists \eta(R, t_1) > 0$, tal que $\forall t \geq 0, |t - t_1| < \eta$, entonces $|f(t) - f(t_1)| < R$.

$f(t)$ es uniformemente continua si $D_x f(t)$ está acotada.

Corolario (Barbalath usando el criterio de Lyapunov). Sea la función escalar $V(x,t)$, tal que:

- i) $V(x,t) \geq \beta > 0$
 - ii) $dV(x,t)/dt \leq 0$
 - iii) $dV(x,t)/dt$ es uniformemente continua
- $\Rightarrow dV(x,t)/dt \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$.

2. DINÁMICA DE MANIPULADORES RÍGIDOS.

Utilizando las ecuaciones de Euler-Lagrange, tal que (2):

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial L}{\partial q} = \tau \quad (\text{Ec. 1})$$

donde $q = (q_1, \dots, q_n)^T$ es el conjunto de coordenadas generalizadas del manipulador, L es el lagrangiano definido como la diferencia entre la energía cinética K y la energía potencial P , y $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_n)^T$ es el vector de fuerzas generalizadas que actúan sobre el sistema. Un caso especial importante es en el cual la energía potencial $P=P(q)$ es independiente de $D_x q$ y la energía cinética es

una función cuadrática del vector $D_x q$ de la forma:

$$K = \frac{1}{2} \sum_{i,j} H_{i,j}(q) \dot{q}_i \dot{q}_j = \frac{1}{2} \dot{q}^T H(q) \dot{q} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde $H(q)$ es una matriz $n \times n$, simétrica y positiva definida para cada $q \in \mathbb{R}^n$ llamada matriz de inercia. En este caso, q son las posiciones de la articulación.

Las ecuaciones de Euler-Lagrange para un sistema dado pueden ser obtenidas, tal que:

$$L = K - P = \frac{1}{2} \sum_{i,j} h_{i,j}(q) \dot{q}_i \dot{q}_j - P(q) \quad (\text{Ec. 3})$$

Entonces:

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} = \sum_j h_{kj}(q) \dot{q}_j$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} = \sum_j h_{kj}(q) \ddot{q}_j + \sum_j \frac{d}{dt} h_{kj}(q) \dot{q}_j =$$

$$= \sum_j h_{kj}(q) \ddot{q}_j + \sum_{i,j} \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_i} \dot{q}_i \dot{q}_j$$

$$\frac{\partial L}{\partial q_k} = \frac{1}{2} \sum_{i,j} \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_k} \dot{q}_i \dot{q}_j - \frac{\partial P}{\partial q_k}$$

\Rightarrow

$$\sum_j h_{kj}(q) \ddot{q}_j + \sum_{i,j} \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_i} \dot{q}_i \dot{q}_j +$$

$$- \frac{1}{2} \sum_{i,j} \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_k} \dot{q}_i \dot{q}_j + \frac{\partial P}{\partial q_k} = \tau_k$$

$$k = 1, \dots, n \quad (\text{Ec. 4})$$

Intercambiando el orden de las sumatorias en el segundo término y tomando ventaja de la simetría de la matriz de inercia, entonces:

$$\sum_{i,j} \left\{ \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_i} - \frac{1}{2} \frac{\partial h_{ij}}{\partial q_k} \right\} \dot{q}_i \dot{q}_j =$$

$$\sum_{i,j} \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_i} + \frac{\partial h_{ki}}{\partial q_j} - \frac{\partial h_{ij}}{\partial q_k} \right\} \dot{q}_i \dot{q}_j \quad (\text{Ec. 5})$$



Los coeficientes

$$c_{ijk} := \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial h_{kj}}{\partial q_i} + \frac{\partial h_{ki}}{\partial q_j} - \frac{\partial h_{ij}}{\partial q_k} \right\}$$

son conocidos como los *símbolos de Christoffel* (de primer tipo). Si tenemos:

$$\phi_k = \frac{\partial P}{\partial q_k} \quad (\text{Ec. 6})$$

entonces podemos reescribir las ecuaciones de Euler-Lagrange como:

$$\sum_j h_{kj}(q)\ddot{q}_j + \sum_{i,j} c_{ijk}(q)\dot{q}_i\dot{q}_j + \phi_k(q) = \tau_k.$$

$$k = 1, \dots, n \quad (\text{Ec. 7})$$

Podemos observar que hay tres tipos de términos dentro de estas ecuaciones. El primero involucra la segunda derivada de las coordenadas generalizadas. El segundo son términos cuadráticos en la primera derivada de q , donde los coeficientes dependen de q . Éstos son clasificados de 2 tipos, los que involucran el producto de \dot{q}_i^2 llamados de *fuerza centrífuga* y los que involucran productos del tipo $\dot{q}_i\dot{q}_j$, donde $i \neq j$, son llamados *términos de Coriolis*. El tercer tipo son los que involucran sólo a q pero no a sus derivadas. Comúnmente (7) se escribe de la forma:

$$H(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = \tau \quad (\text{Ec. 8})$$

donde los elementos del segundo término son definidos como:

$$c_{kj} := \sum_{i=1}^n c_{ijk}(q)\dot{q}_i \quad (\text{Ec. 9})$$

Propiedades Fundamentales

Éstas se muestran en el cuadro 1. Además, todos los parámetros constantes tales como longitudes y masas de los eslabones, momentos de inercia, etc. aparecen como coeficientes de funciones conocidas de las coordenadas generalizadas. Definiendo cada

$$H(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = \tau$$

o

$$H(q)\ddot{q} + N(q, \dot{q}) = \tau$$

donde:

$$N(q, \dot{q}) = C(q, \dot{q})\dot{q} + g(q)$$

Matriz de Inercia

$H(q)$ es simétrica y definida positiva

$$\mu_1 I \leq H(q) \leq \mu_2 I$$

$$m_1 \leq \|H(q)\| \leq m_2$$

Vector de fuerza centrífuga y de Coriolis

$C(q, \dot{q})$ es cuadrática en \dot{q}

$$\|C(q, \dot{q})\| \leq v_b \|\dot{q}\|^2$$

$S(q, \dot{q}) = \dot{H}(q) - 2C(q, \dot{q})$ es una matriz skew-simétrica

Vector de Gravedad

$$\|g(q)\| \leq g_b$$

Cuadro 1. Propiedades Fundamentales.

coeficiente como un parámetro separado, se tiene una relación lineal dada por:

$$H(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = Y(q, \dot{q}, \ddot{q})\theta = \tau \quad (\text{Ec. 10})$$

donde $Y(q, \dot{q}, \ddot{q})$ es una matriz de $n \times r$ de funciones conocidas, llamado también *regresor*, y θ es un vector r -dimensional de parámetros.

Además, sabemos que la Ec. 8 es un mapeo pasivo de $\tau \rightarrow \dot{q}$ (1) en lazo abierto.

3. CONTROL POR CALCULADO PASIVO Y PAR CALCULADO PASIVO ADAPTABLE.

Hasta aquí se presenta la dinámica de un manipulador de n grados de libertad. El problema que se presenta en forma general en robótica es el seguimiento de una trayectoria



deseada por parte del manipulador, por lo que se necesita encontrar un cierto controlador, que permita llevar a cabo este objetivo en el menor tiempo posible, con una cierta exactitud y manteniendo o haciendo al sistema estable según sea el caso.

La noción de estabilidad es con respecto a un punto, el cual generalmente es el punto de equilibrio³ del sistema en una cierta vecindad; es por esto que, el diseño del controlador se realiza bajo el espacio del error entre las trayectorias deseadas y las trayectorias que genera el manipulador, pues dado que deseamos que se mantenga en su punto de equilibrio, tenemos que si el error queda en su punto de equilibrio, es igual a cero, por lo que la trayectoria generada por el manipulador es igual a la trayectoria deseada.

Dado lo anterior se propone que el error (s) se define como:

$$\begin{aligned} s &= \dot{q} - \dot{q}_d \\ \dot{q}_r &= \dot{q}_d - \alpha \Delta q \end{aligned} \quad (\text{Ec. 11})$$

donde α es una matriz real, diagonal, definida positiva.

Ahora bien, si hacemos un lazo cerrado con un controlador basado en un controlador PD, el cual permita cancelar las no linealidades, este será definido como:

$$\begin{aligned} \tau &= H(q)(\ddot{q}_d - \alpha \Delta \dot{q}) + C(q, \dot{q})(\dot{q}_d - \alpha \Delta \dot{q}) + \\ &+ g(q) - K_d s \end{aligned} \quad (\text{Ec. 12})$$

donde K_d es una matriz diagonal constante definida positiva.

Teorema. Considere la dinámica del manipulador de n grados de libertad en lazo cerrado con el controlador de Ec. 12 definiendo el error como la Ec. 11. Entonces las

³ Un punto x_{eq} es un punto de equilibrio si una vez que $x(t) = x_{eq}$, $x(t)$ permanece en $x_{eq} \forall t$. Esto es,

$$\dot{x}(t) = f(x_{eq}) = 0$$

trayectorias del error convergerán asintóticamente a cero.

Prueba. Considere la función candidata de Lyapunov:

$$V = \frac{1}{2} s^T H(q) s$$

Obteniendo la derivada evaluada sobre las trayectorias del error, tomando en cuenta las propiedades sobre los términos de la ecuación de la dinámica del manipulador, resulta como:

$$\dot{V} = -s^T K_d s$$

Entonces utilizando el teorema de Lyapunov resulta que $s = \Delta \dot{q} + \alpha \Delta q \rightarrow 0$ en el límite $\Delta \dot{q} \rightarrow 0, \Delta q \rightarrow 0$.

Cuando se habla de este tipo de controladores se deben tomar en cuenta ciertas condiciones iniciales; la más importante es el conocimiento exacto de toda la estructura, siendo esta situación casi nula la mayor parte de las veces en la práctica, pues existe incertidumbre de los parámetros de la dinámica.

Dada esta situación se presentan 2 posibles soluciones, una de ellas es la utilización de un control adaptable, el cual estima los parámetros de la planta hasta llegar a un comportamiento parecido o igual al del sistema deseado; la otra es la utilización de un control robusto, compone la estructura del controlador dependiendo de ciertas cotas conocidas del sistema. El control adaptable tiene un mayor desempeño que el controlador robusto, puesto que el primero mejora su desempeño en línea de acuerdo a las condiciones del tiempo t , mientras que el segundo mantiene un desempeño fijo para cualquier tiempo.

Dentro del control adaptable se distinguen dos estructuras: el control adaptable directo e indirecto.

En el caso del control adaptable directo, la estimación se realiza sobre los parámetros del control; mientras que para el caso del control adaptable indirecto se estima primero el sistema, y posteriormente se calcula el control bajo el resultado arrojado por el método de identificación.



Para diseñar un control adaptable se requiere acceso al estado del sistema, la parametrización lineal de la planta, y por último, que las no linealidades puedan ser canceladas cuando los parámetros son conocidos.

Entonces, conociendo lo anterior y para el propósito del presente, se da a continuación la estructura de un control adaptable directo basado en el control por calculado pasivo visto anteriormente.

Ahora el objetivo es hacer que la trayectoria real converja a una deseada, sin garantizar que los parámetros estimados converjan a los reales, pero que permanezcan acotados.

4. DISEÑO DE CONTROL ADAPTABLE PARA UN MANIPULADOR DE N GRADOS DE LIBERTAD.

Teniendo la ecuación

$$H(q)\ddot{q} + \frac{1}{2}\dot{H}(q)\dot{q} + S(q, \dot{q})\dot{q} + g(q) = \tau \quad (\text{Ec. 13})$$

Dado que la estructura de la dinámica no es conocida, se tiene que el control referenciado por τ es de la forma:

$$\tau = \hat{H}(q)\ddot{q}_r + \frac{1}{2}\hat{H}(q)\dot{q}_r + \hat{S}(q, \dot{q})\dot{q}_r + \hat{g}(q) - K_d s \quad (\text{Ec. 14})$$

Entonces en lazo cerrado, las Ecs. 13 y 14 quedan como:

$$\begin{aligned} H(q)(\ddot{q} - \ddot{q}_r) + \frac{1}{2}\dot{H}(q)(\dot{q} - \dot{q}_r) + S(q, \dot{q})(\dot{q} - \dot{q}_r) = \\ = Y(q, \dot{q}, \ddot{q}, \ddot{q}_r)(\theta - \hat{\theta}) - K_d s = Y_r \Delta\theta - K_d s \end{aligned} \quad (\text{Ec. 15})$$

Sustituyendo el valor de s queda:

$$H(q)\dot{s} = -\frac{1}{2}\dot{H}(q)s + S(q, \dot{q})s + Y_r \Delta\theta - K_d s \quad (\text{Ec. 16})$$

Ya encontrado el control, debemos analizar la estabilidad del nuevo sistema, para lo cual necesitamos obtener o proponer una función de

Lyapunov; para esto, se procederá a un análisis de pasividad aumentando una variable más al control, que funcionará sólo como herramienta matemática, y la denominaremos con τ' , cuyo valor es cero. Entonces, el control queda como:

$$\tau = Y_r \Delta\theta - K_d s + \tau' \quad (\text{Ec. 17})$$

El control en lazo cerrado con la dinámica resulta:

$$H(q)\dot{s} + \frac{1}{2}\dot{H}(q)s + S(q, \dot{q})s - Y_r \Delta\theta + K_d s = \tau'$$

Ahora para la pasividad, debe ser entre la entrada τ' y la salida s

$$\begin{aligned} s^T \tau' = s^T H(q)\dot{s} + \frac{1}{2}s^T \dot{H}(q)s + \\ + s^T S(q, \dot{q})s - s^T Y_r \Delta\theta + s^T K_d s \end{aligned}$$

donde

$$\begin{aligned} s^T S(q, \dot{q})s = 0 \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} s^T H(q)s \right) = s^T H(q)\dot{s} + \frac{1}{2} s^T \dot{H}(q)s \end{aligned}$$

Si no existiera el término $-s^T Y_r \Delta\theta$, el mapeo entre la entrada y la salida sería estrictamente pasivo. Por lo tanto, necesitamos agregar un término más al control, de tal forma que podamos establecer el mapeo pasivo deseado, pero debido a que no conocemos los parámetros reales, no se puede introducir tal cual; esto es, el error paramétrico $\Delta\theta$ es desconocido. Entonces, se propone una nueva entrada vía la salida de un integrador en el estimado de los parámetros $\hat{\theta}$, esto es:

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{2} s^T H(q)s + V_2 \\ \dot{V} &= -s^T K_d s - s^T Y_r \Delta\theta + \dot{V}_2 \\ \dot{V}_2 &= -s^T K_d s \end{aligned}$$

Entonces, conociendo lo anterior, debemos introducir $s^T Y_r \Delta\theta$ vía $\hat{\theta}$ para cancelar los términos que impiden el tener el mapeo pasivo.

Ahora, se tiene a $\hat{\theta}$ como un nuevo estado en el sistema, pero al darse el desconocimiento de los parámetros, el nuevo estado queda en



función de $\Delta\theta$, que entra en la función de Lyapunov de forma cuadrática:

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{1}{2} \Delta\theta^T \Delta\theta \\ \dot{V}_2 &= \Delta\theta^T \Delta\dot{\theta} = \Delta\theta^T (\dot{\theta} - \hat{\dot{\theta}}) \\ \rightarrow \dot{\theta} &= 0 \quad \Rightarrow \dot{V}_2 = -\Delta\theta^T \hat{\dot{\theta}} \\ \hat{\dot{\theta}} &= -Y_r^T s \quad \Rightarrow \dot{V}_2 = \Delta\theta^T Y_r^T s \end{aligned}$$

Si $V=V_1+V_2$, la derivada de V es $-s^T K_d s$, la cual es ≤ 0 y asegura según lo visto en la sección 1, la estabilidad asintótica global de s tomando en cuenta que:

$$s = \Delta\dot{q} + \alpha \Delta q \rightarrow 0 \text{ en el límite } \Delta\dot{q} \rightarrow 0, \Delta q \rightarrow 0$$

Luego, tanto las trayectorias de la posición como las trayectorias de velocidad del manipulador tienden a las trayectorias deseadas cuando $t \rightarrow \infty$.

Por lo que el control queda de la forma:

$$\begin{aligned} \tau &= Y_r \Delta\theta - K_d s \\ \hat{\dot{\theta}} &= -\Gamma Y_r^T s \end{aligned} \quad (\text{Ec. 18})$$

donde $K_d \in \mathbb{R}^{n \times n} > 0$ y $\Gamma \in \mathbb{R}^{r \times r} > 0$ es una matriz de ganancia⁴ y diagonal.

Teorema. Considere el control de Ec. 18 en lazo cerrado con la dinámica del manipulador, entonces:

$$q(t) \rightarrow q_d(t), \quad \dot{q}(t) \rightarrow \dot{q}_d(t), \quad t \rightarrow \infty$$

Prueba: Sea la función de Lyapunov:

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{2} \{s^T H(q)s + \Delta\theta^T \Gamma^{-1} \Delta\theta\} \\ \dot{V} &= s^T H(q)\dot{s} + \Delta\theta^T \Gamma^{-1} (\hat{\dot{\theta}}) + \frac{1}{2} s^T \dot{H}(q)s \\ H(q)\dot{s} &= -\frac{1}{2} \dot{H}(q)s - S(q, \dot{q})s - Y_r \Delta\theta \\ \hat{\dot{\theta}} &= -\Gamma Y_r^T s \\ \Rightarrow \dot{V} &= -s^T Y_r \Delta\theta + \Delta\theta^T Y_r^T s - s^T K_d s \\ \therefore \dot{V} &= -s^T K_d s \end{aligned}$$

Por el teorema de Lyapunov, dado que

$$s = \Delta\dot{q} + \alpha \Delta q \in L_2,$$

y que si

$$x \in L_2, \dot{x} \in L_2 \Rightarrow x \rightarrow 0$$

entonces

$$\Delta q \rightarrow 0, \quad t \rightarrow \infty$$

De la Ec. 15 en lazo cerrado con el control:

$$H(q)\dot{s} + \frac{1}{2} \dot{H}(q)s + S(q, \dot{q})s = Y_r \Delta\theta - K_d s$$

- i) $H(q) > 0$
- ii) $\dot{H}(q)$ está acotada.
- iii) $S(q, \dot{q})$ está acotada.
- iv) K_d está acotada.

Para el término $Y_r \Delta\theta$ sabemos que:

$$\begin{aligned} V &\in L_2 \text{ y } \dot{V} = \frac{1}{2} \{s^T H(q)s + \Delta\theta^T \Gamma^{-1} \Delta\theta\} \\ \Rightarrow \Delta\theta &\in L_2 \end{aligned}$$

De la ecuación de lazo cerrado con el control sabemos que $\dot{s} \in L_2$. Ahora dado que V es acotada por abajo, y empleando el teorema de Barbalath, bajo el criterio de Lyapunov tenemos que:

$$\begin{aligned} \dot{V} &\leq 0 \\ \ddot{V} &= -2s^T K_d \dot{s} \\ \text{i) } s &\text{ es acotada} \\ \text{ii) } \dot{s} &\text{ es acotada} \\ \text{iii) } K_d &> 0 \\ \therefore \dot{V} &\text{ existe y está acotada.} \\ \Rightarrow \dot{V} &= -s^T K_d s \rightarrow 0, \quad s \rightarrow 0 \end{aligned}$$

y como $\Delta q \rightarrow 0$ y $\Delta\dot{q} \rightarrow 0, t \rightarrow \infty$

⁴ que para el desarrollo se tomó como unitaria.



entonces:

$$q(t) \rightarrow q_d(t); \quad \dot{q}(t) \rightarrow \dot{q}_d(t)$$

teniendo como q_d , la trayectoria deseada.

Caso Práctico

Para observar mejor el fenómeno expuesto anteriormente, se presenta el ejemplo de la simulación del comportamiento un robot manipulador rígido de 2 grados de libertad (Figura 1) bajo la acción de un control adaptable directo, cuya dinámica es la siguiente:

$$\begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 \\ \ddot{q}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G_{11} \\ G_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{bmatrix}$$

donde:

$$\begin{aligned} H_{11} &= m_1 * l_{c1} * l_{c1} + m_2 * (l_1 * l_1 + l_{c2} * l_{c2} + 2 * l_1 * l_{c2} * \cos(q_2)) + I_1 + I_2 \\ H_{12} &= m_2 * (l_{c2} * l_{c2} + l_1 * l_{c2} * \cos(q_2)) + I_2 \\ H_{21} &= H_{12} \\ H_{22} &= (m_2) * l_{c2} * l_{c2} + I_2 \\ C_{11} &= -m_2 * l_1 * l_{c2} * \text{sen}(q_2) * \dot{y}_2 \\ C_{12} &= -m_2 * l_1 * l_{c2} * \text{sen}(q_2) * (\dot{y}_2 + \dot{y}_1) \\ C_{21} &= m_2 * l_1 * l_{c2} * \text{sen}(q_2) * \dot{y}_1 \\ C_{22} &= 0 \end{aligned}$$

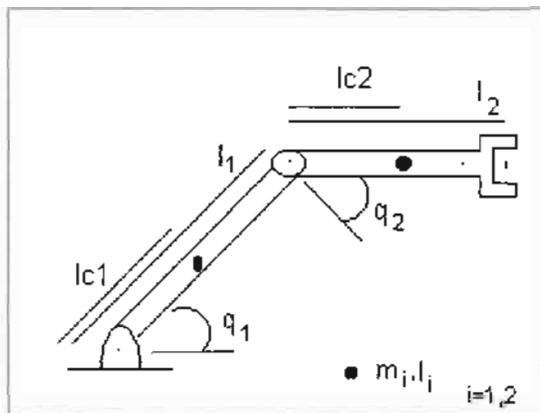


Figura 1. Robot Manipulador rígido de 2 grados de libertad con articulaciones rotacionales.

$$\begin{aligned} G_{11} &= (m_1 * l_{c1} + m_2 * l_1) * g * \cos(q_1) + m_2 * l_{c2} * g * \cos(q_1 + q_2) \\ G_{21} &= m_2 * l_{c2} * g * \cos(q_1 + q_2) \end{aligned}$$

siendo:

- q_1 y q_2 las coordenadas generalizadas, dadas por la posición de las articulaciones rotacionales del robot manipulador;
- \dot{y}_1 y \dot{y}_2 como las derivadas de primer orden de q_1 y q_2 ;
- m_i y l_i es la masa y la longitud, respectivamente, del eslabón i -ésimo;
- l_{c1} y l_{c2} son los momentos de inercia de los eslabones 1 y 2 respectivamente;
- I_1 y I_2 son los momentos de inercia de los eslabones 1 y 2 respectivamente.

Parametrizando el sistema anterior nos queda que:

$$Y_r = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

$$Y_1 = \begin{bmatrix} \ddot{q}_1 & \ddot{q}_1 & \ddot{q}_1 & \ddot{q}_1 + \ddot{q}_2 & z & \ddot{q}_1 & u & u & v \end{bmatrix}$$

$$z = 2 \cos(q_2) \ddot{q}_1 + \cos(q_2) \ddot{q}_2 - 2 \text{sen}(q_2) \dot{q}_1 \dot{q}_2 + \text{sen}(q_2) \dot{q}_2^2$$

$$u = g \cos(q_1)$$

$$v = g \cos(q_1 + q_2)$$

$$Y_2 = \begin{bmatrix} 0 & \ddot{q}_1 + \ddot{q}_2 & 0 & \ddot{q}_1 + \ddot{q}_2 & a & 0 & 0 & 0 & v \end{bmatrix}$$

$$a = \cos(q_2) \dot{q}_1 + \text{sen}(q_2) \dot{q}_1^2$$

$$\theta^r = [\theta_1 \quad \theta_2 \quad \theta_3 \quad \theta_4 \quad \theta_5 \quad \theta_6 \quad \theta_7 \quad \theta_8 \quad \theta_9]$$

$$\theta_1 = l_1 \quad \theta_2 = I_2$$

$$\theta_3 = m_1 l_{c1}^2 \quad \theta_4 = m_2 l_{c2}^2$$

$$\theta_5 = m_2 l_1 l_{c2} \quad \theta_6 = m_2 l_1^2$$

$$\theta_7 = m_1 l_{c1} \quad \theta_8 = m_2 l_1$$

$$\theta_9 = m_2 l_{c2}$$

Teniendo como valores de la estructura mecánica los siguientes:

$I_1=0.9 \text{ Kgm}^2$	$I_2=0.25 \text{ Kgm}^2$
$m_1=12 \text{ Kg}$	$m_2=7 \text{ Kg}$
$l_1=0.53 \text{ m}$	$l_2=0.38 \text{ m}$
$l_{c1}=0.33$	$l_{c2}=0.16$
$g=9.81 \text{ m/s}^2$	

Se desea observar el seguimiento de una trayectoria dada por $q_{d1} = q_{d2} = 5 \cdot \sin(t)$, para ambas articulaciones, teniendo un tiempo de simulación de 4 seg.

Podemos observar que en la figura 2(a) y (b) el desempeño del control al seguimiento de la trayectoria deseada tanto en la articulación 1 como en la articulación 2, apreciando la convergencia de las trayectorias en un tiempo considerablemente bueno.

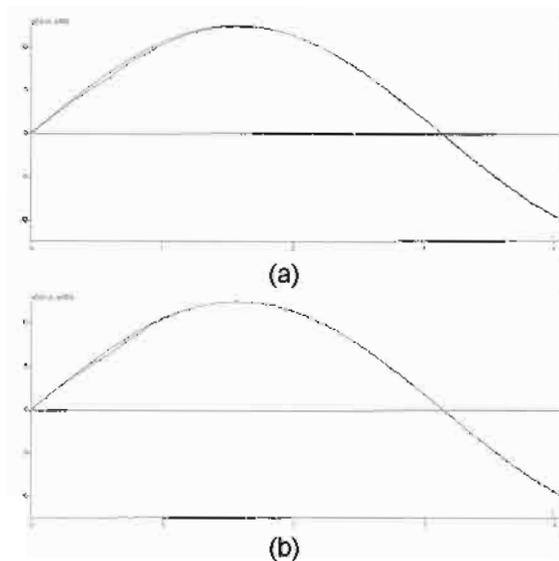


Figura 2. Comportamiento de las trayectorias de posición de articulaciones (a) 1 y (b) 2, bajo el controlador.

En la figura 3 (a) y (b) encontramos el error de seguimiento, el cual, como se puede observar, tiende a una vecindad muy cercana a cero, por lo que se comprueba que el error de seguimiento tiende a cero para $t \rightarrow \infty$.

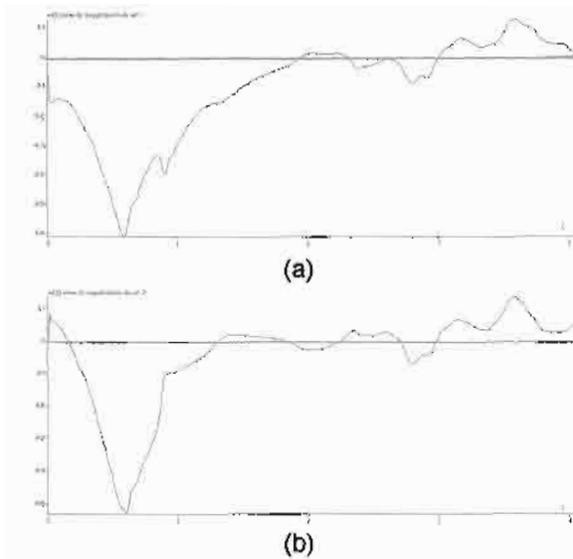


Fig. 3 Comportamiento del error de posición de las articulaciones (a) 1 y (b) 2, bajo la acción del controlador.

En la figura 4(a) y (b) encontramos el comportamiento del controlador adaptable, el cual, inyecta gran cantidad de energía en los primeros instantes, para después tener un comportamiento asintótico a cero, al alcanzar la trayectoria deseada.

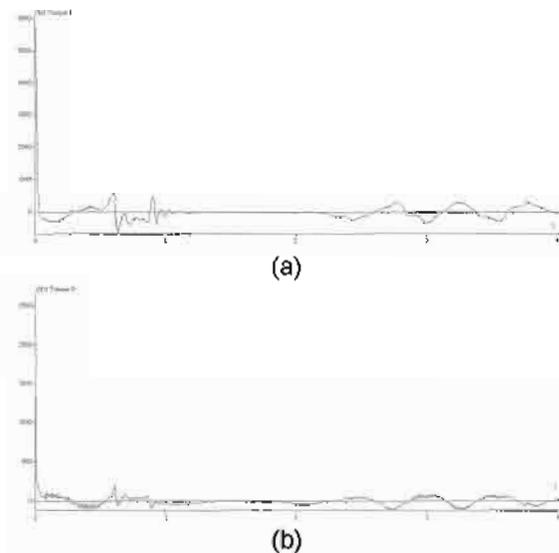


Fig. 4 Comportamiento de los torques de control para las articulaciones (a) 1 y (b) 2, del manipulador.



En la figura 5(a), (b) y (c) se muestra la identificación de los parámetros θ_1 , θ_2 y θ_6 ; donde se puede apreciar que después de un cierto instante de tiempo, estos parámetros convergen a un valor acotado.

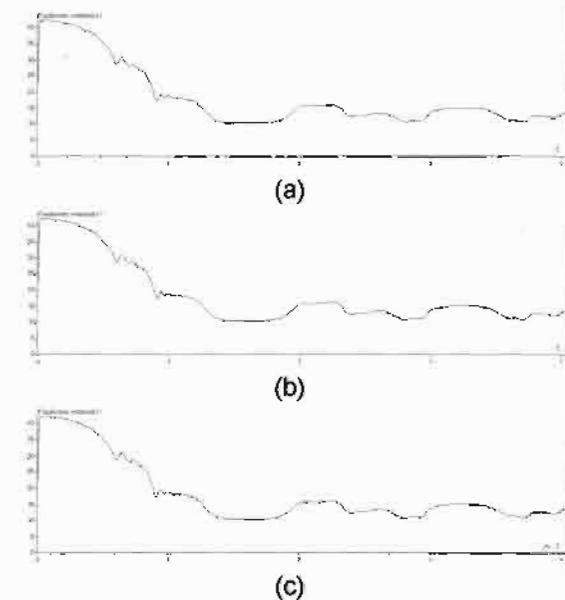


Fig. 5 Estimación de los parámetros (a) θ_1 , (b) θ_4 y (c) θ_6 del vector de parámetros.

CONCLUSIONES

Además de los beneficios que se expresaron con anterioridad a lo largo del desarrollo, podemos recapitular la información y decir que este control resulta bastante eficiente, pues permite mantener la estabilidad del sistema, ante incertidumbres dentro de los parámetros de la dinámica del manipulador; mas aún, si por la misma actividad de la tarea a realizar por parte del manipulador se encontrara con variaciones en algún parámetro (ej. al cargar un objeto el centro de masa del eslabón que contiene al punto terminal o la pinza cambia su valor) o en el caso de dinámicas no modeladas, permite el ajuste en línea sin necesidad de rediseñar el controlador para el sistema.

Por otra parte observa la ventaja del diseño a partir del criterio de Lyapunov, pues garantiza la estabilidad del sistema, y en este caso en

particular, garantiza la estabilidad asintótica del sistema en lazo cerrado.

REFERENCIAS

1. Ortega R., Spong. *Adaptive Motion Control of Rigid Robots: a Tutorial*. Automatica 25 (6), 1989, 877-888.
2. Desoer C, Vidyasagar M., *Feedback Systems, Input-Output Properties*. Academic Press N.Y., 1975.
3. Lewis L. *Control of robot Manipulators* MacMillan Publishing Co. N.Y., 1993.
4. Narendra K. *Satble Adaptive Systems* Prentice Hall New Jersey, 1989.



COMPARACIÓN DEL EFECTO FLOCULANTE DE LOS POLÍMEROS DERIVADOS DEL TETRAMETIL ETILÉN AMONIO Y DEL SULFATO DE ALUMINIO EN AGUAS RESIDUALES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE HUIXQUILUCAN

Martha Mustre y Liliana Torres
Escuela de Ciencias Químicas, Universidad La Salle

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue comparar los efectos floculantes y bactericidas de los polímeros derivados del tetrametil etilén amonio y del sulfato de aluminio en las aguas residuales de la Cabecera Municipal de Huixquilucan. La calidad de las aguas fue determinada físicoquímica, bioquímica y microbiológicamente siguiendo la metodología de las normas oficiales mexicanas.

Se estableció la eficiencia de los floculantes en base a concentración y pH mediante pruebas de Jarras, resultando ser de 200 ppm, pH = 10 para el polímero y 800 ppm, pH = 9 para el sulfato. El sulfato de aluminio fue más eficiente como floculante y el polímero como bactericida.

ABSTRACT

The goal of the current study, was to compare the flocculant and bactericidal effects of both the tetrametil etilén amonium polymer derivatives and aluminum sulphate in the residual waters of *Cabecera Municipal de Huixquilucan*. The water quality was established by physicochemistry, biochemistry and microbiologically ways following the official mexican norm methods.

The efficiency of the flocculants was established in order to concentration and pH by Jar test, being of 200 ppm, pH = 10 for the polymer and of 800 ppm, pH = 9 for the sulphate. The aluminium sulphate was better as flocculant and the polymer better as bactericidal.

INTRODUCCIÓN

Dado que el agua es un recurso natural indispensable para la vida e integrante principal de los ríos, es de vital importancia la conservación de la misma.

Uno de los problemas que aquejan a los habitantes de la cabecera municipal de Huixquilucan es la contaminación de su río San Martín, ya que las aguas residuales desembocan en éste, sin tratamiento alguno (1,2).

MATERIALES Y MÉTODO

Para ubicar y definir la fuente de contaminación de la Cabecera Municipal de Huixquilucan, se consultaron antecedentes del municipio, tales como: localización, disposición del sistema de drenaje y alcantarillado, así como sus principales ríos (1-3).

Con objeto de conocer las características de las aguas residuales se revisaron los aspectos socioeconómicos de la población y su equipamiento urbano.

Para determinar la calidad del agua vertida al río San Martín, se tomaron 10 muestras simples instantáneas en el punto de descarga (4) y se analizaron por triplicado parámetros tales como: pH, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno (5-11). Dichos análisis se encuentran referidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-067-ECOL-1994 (12).

La metodología desarrollada en cada uno de los análisis se efectuó de acuerdo a normas oficiales mexicanas y métodos estándares.

Existen diversos tratamientos (preliminares, primarios, secundarios y terciarios) que se aplican en la depuración de aguas residuales. El tratamiento físicoquímico implica la utilización de



agentes floculantes; para conocer las condiciones de concentración y pH bajo las cuales operan es preciso efectuar pruebas de jarras (13-14).

Al efectuar este proyecto se practicaron pruebas de jarras utilizando dos agentes floculantes diferentes, siendo estos: polímero derivado de tetrametil etilén amonio (15) y sulfato de aluminio.

Las condiciones de floculación de estas sustancias se determinaron mediante pruebas de jarras; utilizando el polímero a concentraciones de 0, 25, 50, 100, 200 y 400 ppm aplicadas a pH de 7, 9 y 10. Con el sulfato de aluminio se efectuaron pruebas a 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 y 1600 ppm y pH de 6, 7 y 9.

De acuerdo con los resultados experimentales obtenidos con base a grados de floculación, se determinó que las condiciones de mayor eficiencia para el sulfato de aluminio fueron a una concentración de 800 ppm y pH 9.0, en tanto que para el polímero, ésta resultó ser a una concentración de 200 ppm y pH 10.0.

Después de haber conocido las condiciones eficientes de floculación (concentración y pH) para ambas sustancias, se analizaron los parámetros anteriormente citados en aguas residuales, aguas residuales tratadas con el polímero y con el sulfato de aluminio para efectuar la comparación de los floculantes.

El grado de floculación resultó ser de 7.11 para el sulfato de aluminio y de 3.22 en el caso del polímero, siendo el grado de floculación la relación que existe entre el volumen de sólidos sedimentables utilizando floculante / el volumen de sólidos sedimentables sin uso de floculante.

La reducción microbiana se verificó mediante análisis de cuenta de microorganismos mesofílicos aerobios (16) en aguas residuales y aguas tratadas al emplear como floculantes el polímero y el sulfato de aluminio en condiciones de mayor eficiencia de floculación para cada uno de ellos.

Microbiológicamente existió una reducción del 96.04% cuando se llevó a cabo el tratamiento con el sulfato de aluminio y de un 99.99% utilizando el polímero.

RESULTADOS

De los resultados recopilados en la Tabla 1, se llevó a cabo un análisis estadístico para estimar la variación de datos en cada uno de los parámetros analizados en las aguas residuales de la Cabecera Municipal de Huixquilucan.

Tabla 1. Calidad del agua vertida al río San Martín.

No. Muestra	pH	sólidos sedimentables (ml/l)	sólidos suspendidos totales (mg/l)	grasas y aceites (mg/l)	demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	demanda química de oxígeno (mg/l)
1	8.07	17	341.33	127.36	1080.65	4096.64
2	8.52	16	317.33	185.23	979.35	7810.69
3	7.98	8	293.33	97.15	675.40	4365.35
4	7.02	11	377.33	73.06	1080.75	6283.77
5	7.40	16	414.67	112.47	810.55	4461.82
6	7.82	10	396.00	81.15	641.75	8925.31
7	8.79	17	445.33	150.70	1046.90	3510.40
8	7.51	19	468.00	77.50	911.80	5683.20
9	7.76	10	250.67	160.10	540.40	7799.40
10	7.49	8	306.67	112.87	878.10	5711.43

Tabla 2. Análisis estadístico de los valores de calidad del agua residual.

	Desviación estándar	Media aritmética	Valor máximo	Valor mínimo
Sólidos sedimentables	4.18 ml/l	13.20 ml/l	19 ml/l	8 ml/l
Sólidos suspendidos totales	70.65 mg/l	361.06 mg/l	468 mg/l	250.67 mg/l
Grasas y aceites	37.94 mg/l	117.76 mg/l	185.23 mg/l	73.06 mg/l
D.B.O.	193.13 mg/l	864.56 mg/l	1080.75 mg/l	540.40 mg/l
D.Q.O.	1826.17 mg/l	5864.80 mg/l	8925.31 mg/l	3510.40 mg/l
pH	0.5314	7.84	8.79	7.02

En la Tabla 2 se expresan los valores de desviación estándar, media aritmética, valores máximo y mínimo en cada uno de los parámetros de las muestras analizadas.

La Figura 1 muestra los resultados obtenidos al aplicar pruebas de jarras a diferentes concentraciones y pHs en una muestra de las aguas residuales en estudio, utilizando el polímero derivado de tetrametil etilén amonio como agente floculante; también puede observarse que el mayor grado de floculación se presentó a una concentración de 200 ppm de polímero y pH 10.0, siendo éste de 3.88.

En la Figura 2 se expresan los resultados obtenidos al emplear sulfato de aluminio como agente floculante en pruebas de jarras a diferentes concentraciones y pHs. Se observa que el mayor grado de floculación (4.11) se presentó a una concentración de 800 ppm y pH = 9.0 con el uso del sulfato.

Una vez conocidas las condiciones de pH y concentración del floculante en la que se presentó el mayor grado de floculación, se aplicaron estas condiciones a una muestra de agua residual y se analizaron los parámetros de la norma (12). Los resultados se muestran en la Tabla 3.

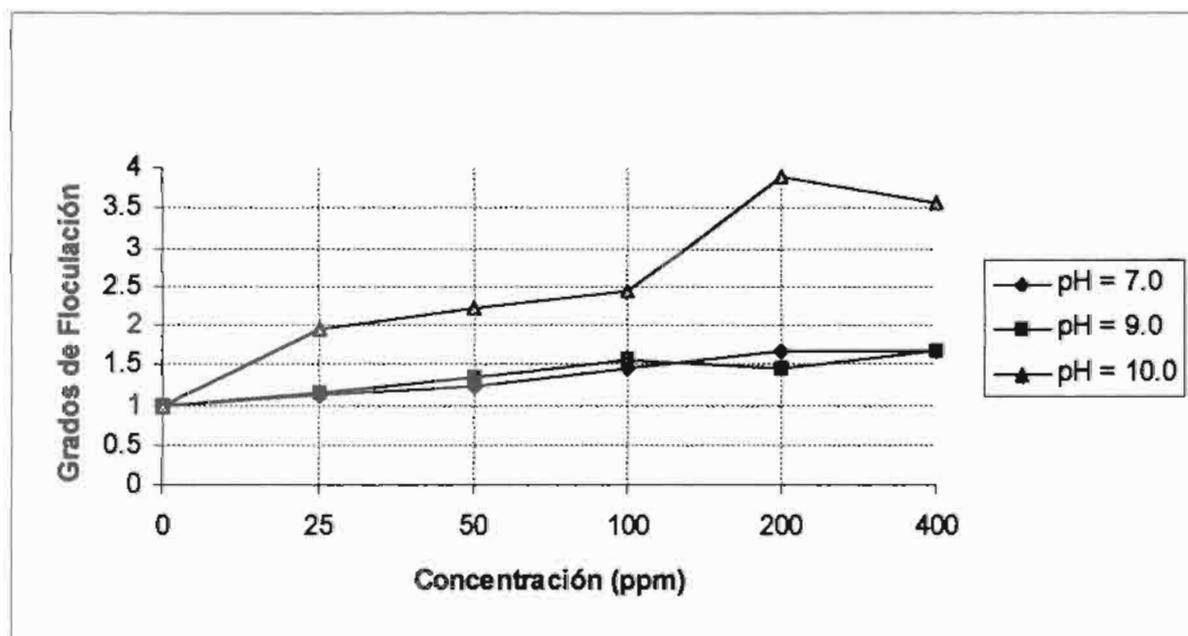


Figura 1. Grados de floculación con el polímero.

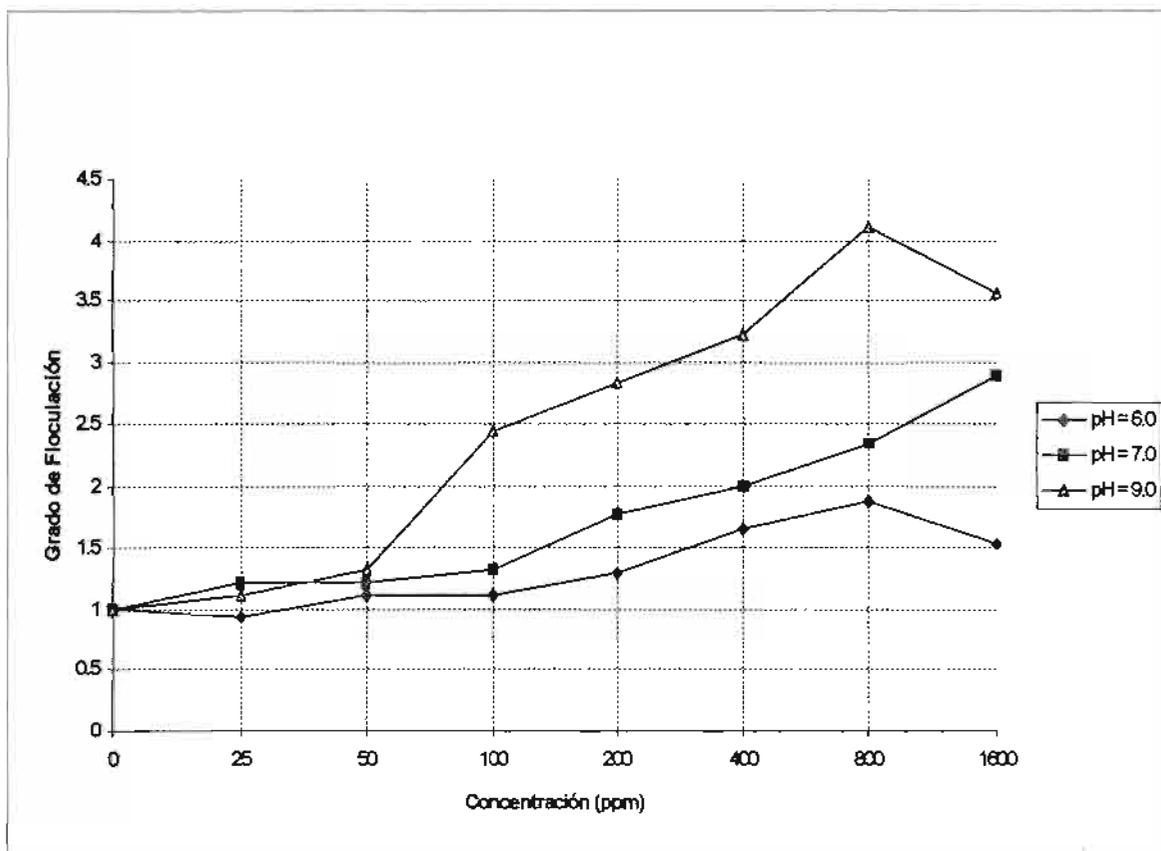


Figura 2. Grados de floculación con sulfato de aluminio.

Tabla 3. Calidad del agua residual antes y después del tratamiento con floculante.

Tipo de agua residual	pH	sólidos sedimentables (ml/l)	sólidos suspendidos totales (mg/l)	grasas y aceites (mg/l)	micro organismos mesofílicos aerobios (UFC/ml)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)
original	7.51	9	424	87.3	14.5×10^8	709.2	5020.8
pH=9.0	8.95	12	309.28	55.2	595×10^4	540.31	3347.2
pH=10.0	9.95	10	314.31	49.37	468.5×10^4	540.35	3904.5
con polímero	9.9	29	87.46	38.95	425	270.2	1487.27
con sulfato de aluminio	6.79	64	185.37	42.6	235.5×10^3	371.55	2603.01

Para determinar el porcentaje de reducción ejercido únicamente por el uso de cada agente floculante, se tomó en consideración los resultados obtenidos al someter la muestra de agua residual

a pH de 9 y 10 y sedimentación durante 1 hora; tales datos también se encuentran reportados en la Tabla 3.



En la Tabla 4 se expresan los porcentajes de reducción en parámetros tales como: sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, DBO, DQO en cada uno de los casos.

Tabla 4. Porcentajes de reducción.

	POLÍMERO	SULFATO DE ALUMINIO
Sólidos susp. totales	72.17 %	40.07 %
Grasas y aceites	21.10 %	22.83 %
D.B.O.	50 %	31.24 %
D.Q.O.	61.90 %	22.23 %

De acuerdo con los resultados experimentales obtenidos, se puede decir que a mayor concentración de sólidos suspendidos totales hay una mayor demanda bioquímica y química de oxígeno. No se puede considerar que exista una relación proporcional puesto que los sólidos suspendidos totales se encuentran integrados por sólidos sedimentables y partículas con un tamaño de diámetro mayor a 1 micra, ya sea orgánicos o inorgánicos.

El pH de las muestras de aguas residuales analizadas se encuentran dentro de un rango de 7 a 9. Al tratar las aguas residuales con el polímero, el pH del medio no se ve afectado en más de 0.5%, debido a que la densidad de carga del polímero no sufre alteraciones con el pH. Sin embargo, dadas las condiciones del tratamiento, el pH de las aguas así obtenidas (9.95) no cumplen con el rango de pH especificado en la norma.

En la Tabla 3 se reportan las cuentas de microorganismos mesofílicos aerobios encontradas en la muestra residual, antes y después del tratamiento con los floculantes. Para conocer la reducción microbiológica lograda por el efecto exclusivamente del polímero bajo condiciones de mayor eficiencia de floculación, se consideraron las 488.5×10^4 ufc/ml iniciales, como el 100 %; las 425 ufc/ml obtenidas después del tratamiento con el polímero representan el 9.07×10^{-3} %, por lo que el porcentaje de reducción fue de 99.99 %. Con el sulfato de aluminio se logró en cambio, una reducción microbiológica del 96.04 % en condiciones de mayor eficiencia de floculación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo con los análisis fisicoquímicos y bioquímicos aplicados en muestras de aguas residuales de la Cabecera Municipal de Huixquilucan, se concluyó que la calidad de dicha agua no cumple con los límites máximos permisibles referidos en la norma NOM-067-ECOL-1994, exceptuando el parámetro del pH, el cual se encuentra dentro del rango establecido como permisible. Estas condiciones traen como consecuencia el desequilibrio ecológico del río San Martín y riesgos a la salud pública.

Las condiciones de eficiencia de floculación para utilizar el polímero derivado de tetrametil-etilén amonio como agente floculante en las aguas residuales analizadas, resultaron ser de 200 ppm y pH igual a 10. De igual forma, estas condiciones se presentaron a 800 ppm y pH igual a 9 con el uso de sulfato de aluminio.

Al efectuar el tratamiento con el polímero, se encontró que éste ejerció una mayor reducción de parámetros tales como: sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y grasas y aceites, en comparación con el porcentaje de reducción ejercido por el sulfato de aluminio.

La cantidad de lodos producidos al tratar las aguas residuales con el sulfato de aluminio fue mayor a la cantidad de lodos generados con el uso del polímero. Lo cual implicaría un costo adicional en el caso del sulfato de aluminio para tratar estos lodos.

Sin embargo, el polímero derivado del tetrametil-etilén amonio proporcionó una reducción microbiológica del 99.99 % en las aguas residuales en estudio y el sulfato de aluminio ejerció una reducción del 96.04 %

Con el estudio realizado mediante este trabajo se observó que bajo condiciones de eficiencia de floculación, tanto el polímero como el sulfato de aluminio no fueron suficientes para que las aguas obtenidas después del tratamiento cumplieran con los límites permisibles de descarga. Por ello tenemos la certeza de que una mera sedimentación y el uso de estos agentes, no sería suficiente para el tratamiento de estas aguas residuales.

Sin embargo, consideramos que el tratamiento de dichas aguas generaría beneficios ecológicos,



estéticos así como a la salud pública. Pudiendo aprovecharse las aguas ya tratadas en actividades tales como: riego de parques y jardines del municipio, servicio de lavado del parque vehicular del H. Ayuntamiento, riego de panteones y viveros del municipio e incluso pudiera utilizarse dentro de la construcción de guarniciones, banquetas, calles, etc.

REFERENCIAS

1. Huitrón Rosete, A. *Bando municipal*. H. Ayuntamiento Constitucional de Huixquilucan. Estado de México. 1994-1996. [s.e.] México. 1994.
2. *Los municipios del Estado de México*. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de México. Centro Estatal de estudios municipales del Estado de México. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. México. 1990.
3. Alaniz Cabrera, L. *Plano de infraestructura existente, pozos, tanques, rebombes y líneas de interconexión*. Gobierno del Estado de México. Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas. Comisión Estatal de Agua y Saneamiento. Municipio de Huixquilucan. México. 1993.
4. NOM-AA-3-1980. Aguas residuales. Muestreo.
5. NOM-AA-4-1977. Determinación de sólidos sedimentables.
6. NOM-AA-5-1980. Determinación de grasas y aceites.
7. NOM-AA-8-1980. Determinación de pH.
8. NOM-AA-12-1980. Determinación de oxígeno disuelto.
9. NOM-AA-28-1981. Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno.
10. NOM-AA-30-1981. Determinación de la demanda química de oxígeno.
11. NOM-AA-34-1981. Análisis de agua. Determinación de sólidos.
12. NOM-067-ECOL-1994. Norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal.
13. Maskew Fair, G., Geyer, J.C. y Okun, D.A. *Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales*. 4a. Reimpresión. México. Ed. Limusa. 1981.
14. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. Madrid. Ed. Díaz de Santos. 1989.
15. Rodríguez Aguilar, H.M. *Obtención de polímeros derivados de sales cuaternarias de amonio*. Tesis de Licenciatura, Universidad La Salle. México. 1992.
16. NOM-F-253-1977. Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias.



MODERNIZACIÓN DEL TREN DE INTERCAMBIO DE CALOR DE UNA PLANTA DE DESTILACIÓN COMBINADA POR MEDIO DE UNA TÉCNICA DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA

Daniel Salazar Sotelo, Marianela Cano Rangel e Iván Escamilla Bolaños
Escuela de Ciencias Químicas, Universidad La Salle

RESUMEN

La industria de la Refinación en México, fincó su desarrollo en los años 60's y 70's, con el objeto de sustituir importaciones y satisfacer la creciente demanda del mercado interno. Sin embargo en esos años se carecía de las poderosas herramientas de análisis de procesos que se tienen disponibles actualmente para resolver problemas de diseño y dimensionamiento.

El esquema de proceso de una planta combinada de una Refinería Mexicana se analizó en este trabajo mediante un procedimiento que involucra la simulación del proceso y una aplicación de la tecnología de "Punto de Pliegue" para la readaptación de redes, propuesta por Linnhoff y Tjoe (1), en la que se busca disminuir los consumos de energía utilizando adecuadamente el área existente y considerando los costos de energía, gastos de inversión y rentabilidad de la readaptación.

Los resultados obtenidos indican que es posible obtener una reducción en el consumo de combustible de los hornos equivalente a 3.8 miles de millones de dólares por año (MMUS\$/año), eliminando algunos intercambiadores y enfriadores y adicionando otros, para un total de 26 cambiadores nuevos que significan una inversión de 1.44 MMUS\$. El periodo de recuperación para esta inversión es de 4.5 meses, por lo cual las modificaciones propuestas resultan muy atractivas.

ABSTRACTS

Mexican Refining industry defined its development in the 60's and 70's aiming to substitute imports and satisfy the growing internal demands. In those years the designs were made without the powerful tools for process analysis available today.

A Combined Crude Distillation process scheme was analyzed in this work through simulation and Pinch technology application. A method for process retrofit, proposed by Linnhoff and coworkers (1) was used. This method look for energy consumption minimization by reusing the existing heat exchangers and considering readaptation energy costs, investment and profitability.

The results showed that it is possible to reduce Fired heaters fuel consumption saving 3.8 billion dollars per year (MMUS\$/year), by deleting some heat exchangers and adding others, giving a total of 26 new heat exchangers which means a 1.44 MMUS\$ investment. Payout period for this investment is 4.5 months, making the revamp very attractive.

INTRODUCCIÓN

La Industria de la Refinación en México ha contado con los elementos básicos para su desarrollo, como son:

- Disponibilidad de materia prima.
- Un mercado interno en continua expansión.
- Recursos financieros suficientes.

- Recursos humanos con experiencia en la industria de proceso que absorbieron con gran celeridad los conocimientos requeridos para dominar las tecnologías de esta industria.
- Una legislación adecuada que ha permitido desde los primeros años de desarrollo de esta industria un crecimiento armónico entre sus sectores.

El desarrollo de esta industria está íntimamente ligado al de la economía en general, ya que es de



las actividades productivas que tienen una mayor interrelación con las demás ramas de la actividad económica, debido a la gran variedad de productos que genera. PEMEX-Refinación cuenta con 6 refinerías en el país que representan una capacidad total de procesamiento de 1.5 millones de barriles por día (BPD) y actualmente está tratando de mejorar la eficiencia operativa de sus instalaciones para cumplir con la calidad creciente que se exige para los combustibles petrolíferos y al mismo tiempo optimizar la operación de las unidades para incrementar la rentabilidad de esta industria (2).

En este trabajo se seleccionó el proceso de destilación atmosférica y de vacío que integrados se conocen como plantas combinadas para revisar el diseño básico del tren de intercambio térmico, utilizando herramientas de simulación y la tecnología del "Punto de Pliegue", misma que, desde que se desarrolló hace dos décadas, ha contribuido a establecer alternativas viables de diseño y readaptación de procesos.

PROCESO DE DESTILACIÓN COMBINADA

Una planta Combinada consta de una Sección de Destilación Atmosférica, una de Destilación al Vacío y una de Tratamiento Caústico (la cual no es considerada dentro de este trabajo). La función de la Sección Atmosférica es la separación primaria del crudo, para obtener los siguientes productos: Mezcla de Naftas (Nafta de despunte y Nafta ligera), Nafta pesada, Querosina, Gasóleo Ligero Primario (GOLP), Gasóleo Pesado Primario (GOPP) y Residuo primario. Este residuo se lleva a la sección de Destilación al Vacío, cuya función es la de obtener por destilación fraccionada Gasóleo Ligero de Vacío (GOLV), Gasóleo Pesado de Vacío (GPOV) y Residuo de Vacío (3). La función de la sección de Tratamiento Caústico es la eliminación de azufre de la mezcla de naftas.

Se seleccionó una unidad combinada con capacidad de 160,000 BPD de crudo primario con una composición de 70% volumen de crudo Istmo y 30% volumen de crudo Maya, mostrándose en la Figura 1 el esquema de proceso correspondiente. El proceso consiste básicamente en el calentamiento, desalado y destilación fraccionada del crudo, el cual se alimenta a dos trenes paralelos de precalentamiento para intercambiar calor con los productos, corrientes de extracción de calor de la torre de destilación y con corrientes calientes de la torre de destilación al vacío. En un

punto intermedio de los trenes, el crudo se somete a un proceso de desalado de tipo electrostático en el que se logra la eliminación del 99% de las sales que lleva, evitando así problemas posteriores de incrustación y corrosión.

Después del precalentamiento, el crudo se envía a dos torres despuntadoras, para obtener gas combustible como destilado vapor y nafta ligera como destilado líquido, reduciendo así la carga a la columna de destilación atmosférica. El crudo despuntado se alimenta a un calentador a fuego directo, para que alcance el nivel de temperatura requerido para el fraccionamiento (370 °C). También se alimenta vapor de agua a la torre atmosférica para disminuir la presión parcial de los hidrocarburos y mantener la temperatura y presión adecuadas en la torre, así como contribuir como agente de arrastre de los productos ligeros.

En los domos de la torre de destilación atmosférica se extraen gas y nafta, mientras que la Nafta pesada, la Querosina, el GOLP y el GOPP se obtienen como extracciones laterales. Los tres primeros cuentan con columnas de agotamiento con vapor de agua para obtener las especificaciones requeridas. Además de las extracciones de productos, la torre atmosférica cuenta con dos recirculaciones líquidas (*pumparounds*) para la extracción de calor, que permiten reducir el perfil de flujos de vapor en la torre y aprovechar el calor para el precalentamiento de la carga. Después de intercambiar calor en el tren, los productos se enfrían con agua.

El residuo de la destilación atmosférica se envía a calentar a un horno, donde se vaporiza parcialmente y se alimenta a la torre de destilación al vacío. La presión de esta torre se mantiene mediante un sistema de eyectores, siendo por lo tanto del tipo "seco". El residuo de vacío se envía al tren de precalentamiento del crudo y a límites de batería previo enfriamiento.

De la torre de vacío se extraen dos corrientes laterales: la corriente de GOLV se envía al tren de precalentamiento y después se divide en dos partes, una como reflujo y otra a límites de batería previo enfriamiento; la corriente de GPOV se usa parcialmente como reflujo y parcialmente como medio de calentamiento del crudo y después a límites de batería.

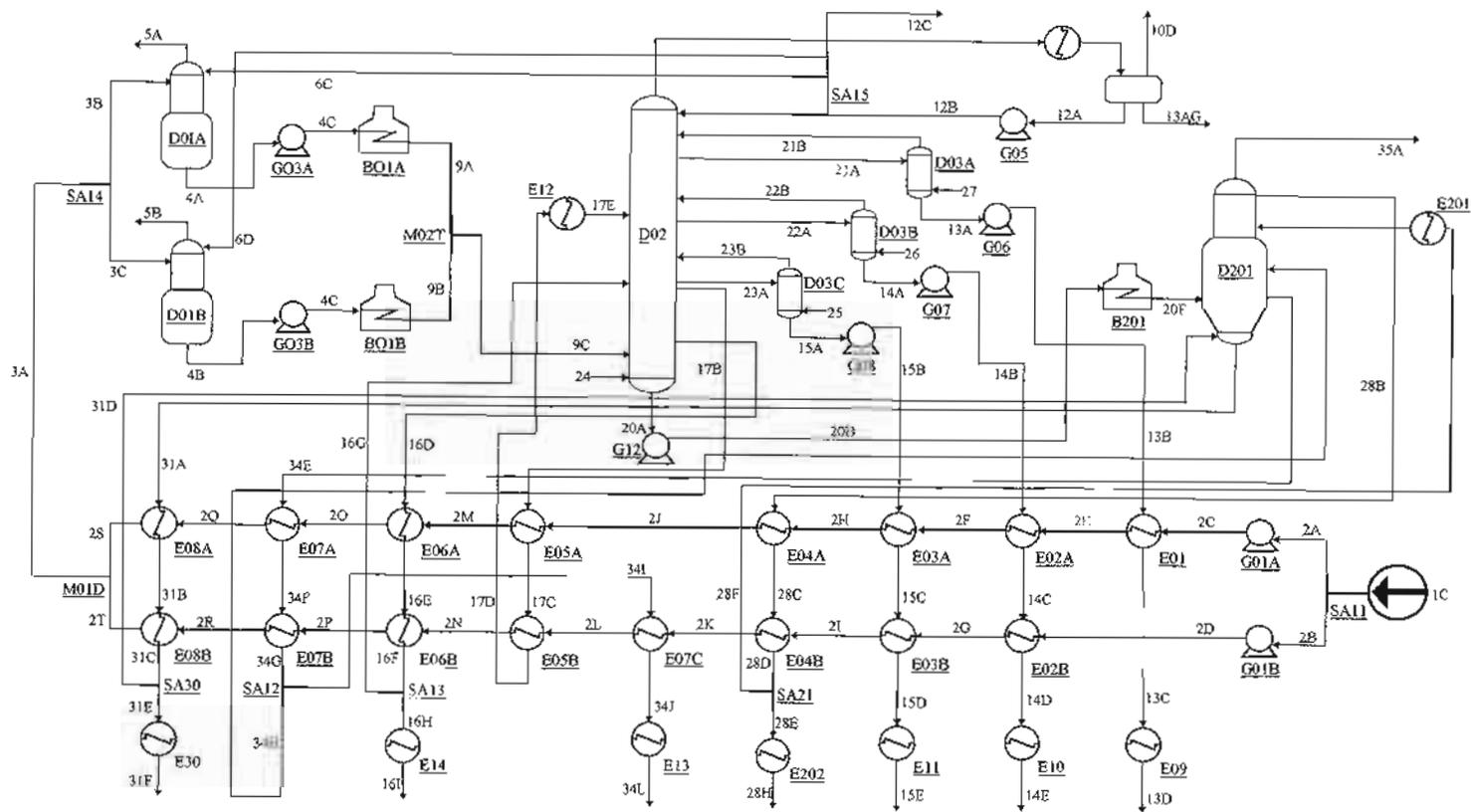


Figura 1. Esquema de proceso de una planta de Destilación Combinada.





METODOLOGÍA

Simulación del Proceso

Simular un proceso químico es crear un modelo que permita estudiar y prever el comportamiento que tendrá dicho proceso ante determinadas condiciones de operación. Son evidentes las ventajas que tiene este procedimiento frente a la experimentación en planta piloto, en términos de rapidez y economía. Las unidades de destilación combinada pueden ser simuladas en su totalidad (con la excepción del desalado), haciendo la caracterización del crudo en pequeñas fracciones llamadas "pseudocomponentes", partiendo de los ensayos (análisis para caracterización) de los crudos (4).

Para este trabajo se utilizó el Simulador de procesos comercializado por *Simulation Sciences Inc.*, llamado *PRO-II* (5). Este simulador es un programa de computadora con un alto nivel de desarrollo que combina bases de datos de una gran cantidad de componentes y métodos que predicen propiedades termodinámicas, con las más avanzadas y flexibles técnicas de simulación y diseño de operaciones unitarias.

Tecnología del Punto de Pliegue

La tecnología del Punto de Pliegue (TPP) permite a los ingenieros seguir los flujos de calor de las corrientes de proceso a través de una planta, facilitando la integración energética en los diseños. La TPP ha probado su capacidad para mejorar la eficiencia energética de los procesos y ha resultado también útil para lograr reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera (CO_2 , SO_x y NQ), como resultado de los ahorros en consumos de energía (6).

El "Punto de Pliegue", cuya localización fue descrita inicialmente por Linnhoff en 1978, es el punto de temperatura arriba de la cual el proceso opera con un déficit de calor, mientras que abajo del mismo se comporta como una fuente de calor. Basándose en principios rigurosos termodinámicos, la TPP vincula corrientes frías que requieren ser calentadas, con corrientes calientes, pudiendo ser usada para determinar los mínimos requerimientos de servicios auxiliares de calentamiento y enfriamiento (7).

La aplicación de la TPP en el diseño de redes de intercambio de calor se hace definiendo el gradiente de temperatura mínimo (ΔT_{\min}) en el punto de pliegue y un análisis para lograr una

reducción controlada de unidades, y así tener un grado adecuado de recuperación de calor, conjuntamente con un número aceptable de unidades y una garantía de operación segura y flexible. Esta situación es particularmente importante en la readaptación de redes existentes (8).

Linnhoff y Tjoe, propusieron en 1986 (1), una técnica que ha sido utilizada exitosamente en muchos proyectos, para la readaptación de procesos que, partiendo de los mismos principios termodinámicos de la TPP, sienta las bases para emprender readaptaciones controladas manteniendo la filosofía de establecer metas antes de efectuar la readaptación, en forma de ahorros de energía, costos de capital o períodos de recuperación.

Para definir las metas de una readaptación es necesario analizar previamente el concepto de área mínima para una red. Se puede demostrar que si las corrientes de proceso en una red intercambian calor de manera que las combinaciones sean verticales entre las curvas compuestas que relacionan la temperatura con la entalpia, entonces el área total de transferencia es minimizada. Esta área mínima puede calcularse con una aproximación que no tiene un error mayor de 10% y que se basa en la siguiente ecuación:

$$A_{\min} = \sum_i [1/\text{LMTD}_i [\sum_j (q_j/h_j)]]$$

donde, en el intervalo i , existen j corrientes (calientes y frías) con sus cargas individuales de calor, q_j , y sus respectivos coeficientes de película, h_j . LMTD_i es la diferencia logarítmica media de temperatura en el intervalo i .

En la Figura 2 se muestra una gráfica en la que se relacionan los requerimientos energéticos con el área mínima de intercambio de calor usada en un proceso cualquiera. El punto A representa el caso en que se tiene una ΔT_{\min} pequeña, con una buena recuperación energética pero con un alta inversión en área. El punto C representa una ΔT_{\min} mayor respecto al punto anterior, disminuyendo la recuperación energética aunque con una baja inversión en área. La línea continua entre estos puntos representa una serie de redes teóricamente posibles. El punto B muestra el punto de equilibrio donde se minimiza el costo total.

El área debajo de la curva está marcada como "no factible", ya que no es posible diseñar una red

con menor área que la mínima para un nivel de recuperación energética determinado. La gran mayoría de las redes existentes se ubican arriba de la línea, por ejemplo, en el punto X. Un diseño en tal situación no logra aprovechar su área instalada, o visto de otra manera, no recupera tanta energía como debería.

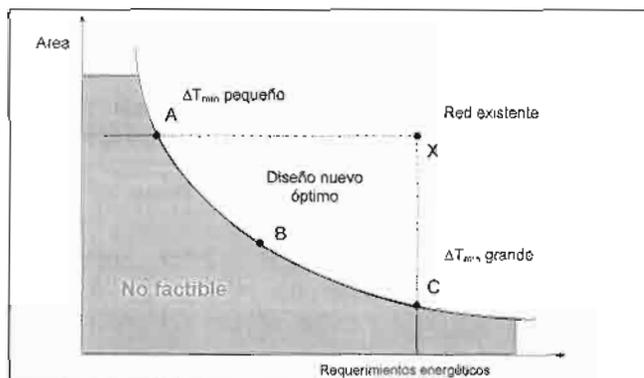


Figura 2. Requerimientos energéticos vs. área.

La estrategia a seguir en las readaptaciones es la de aprovechar eficientemente el arreglo de la red existente, mejorando la recuperación energética con acercamientos de las curvas compuestas. El punto ideal para una readaptación, si se partiera de X (Figura 2), sería el punto A, con lo que se ahorraría tanta energía como es posible considerando el área disponible. Sin embargo, en la práctica, frecuentemente se tiene que invertir cierto capital para incrementar el área de intercambio. El procedimiento consiste en definir una "eficiencia de área" ($\alpha = \text{área mínima} / \text{área existente}$) y vigilar que la nueva red de intercambio tenga una eficiencia al menos equivalente a la actual. Por otro lado se dibuja la red existente en una forma que se identifique a los intercambiadores que cruzan el punto de pliegue y proceder a eliminarlos, colocando nuevos intercambiadores y, donde sea posible, reusar los intercambiadores eliminados. Finalmente se aplican mejoras evolutivas a las redes obtenidas para maximizar la compatibilidad con la red existente, reusando el área existente tanto como sea posible.

En resumen, el procedimiento utilizado está basado en la TPP y en los criterios de ingeniería. Estableciendo con claridad las metas, se pueden definir la conveniencia de las diferentes opciones rápidamente, estimando un período de recuperación y los ahorros que pueden lograrse partiendo de un cierto nivel de inversión.

APLICACIÓN

Con la información de corrientes y equipos proporcionada por la simulación y el método de readaptación basado en la TPP, se procedió al análisis de la red de intercambio de calor de la Planta Combinada de la Refinería de Tula, Hgo. Como se explicó anteriormente, el objetivo fue encontrar un rediseño de la red que disminuyera el costo de los servicios auxiliares, utilizando adecuadamente el área de intercambio de calor existente, todo ello con metas en cuanto a costos de energía, gastos de inversión y retorno de la misma, de manera que la readaptación sea factible económicamente.

El primer punto fue establecer el área mínima requerida para diferentes valores del ΔT_{\min} con la construcción de las curvas compuestas del proceso. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1. El valor de 23.17 para la ΔT_{\min} corresponde al punto donde el servicio de enfriamiento desaparece, mientras que el valor de 158.4 concuerda con la cantidad de servicios auxiliares que emplea la red existente. En esta tabla se muestran los servicios de calentamiento, porque una disminución/aumento en el empleo de estos servicios provoca a su vez la misma reacción en las necesidades de enfriamiento, por lo que basta con seleccionar el que tenga mayor impacto en la economía del proceso.

Tabla 1. Requerimientos de Área Mínima

ΔT_{\min} (°C)	Necesidad de Calentamiento (MMBTU/D)	Área requerida (pies ²)
23.17	7070	54562
40	7878	49417
60	7915	42064
80	8435	34678
100	9229	28488
120	10300	21026
140	11619	14913
158.4	13902	8664

La eficiencia de la red fue de:

$$\alpha = 8664/32514 = 0.266,$$

lo cual significa que se operó con una eficiencia baja. Si bien en un arreglo práctico es imposible llegar a valores cercanos a la unidad, un diseño



nuevo podría tener valores entre 0.7 y 0.8. Sin embargo, cabe destacar que la verdadera importancia del valor de α , más que calificar el desempeño del arreglo existente, es proveer un parámetro de comparación para la definición de alternativas económicamente viables.

Haciendo un análisis de las readaptaciones factibles (correspondientes a valores de $\alpha = 0.266$), se seleccionó un ΔT_{min} de 60 °C que corresponde a una inversión de 1.6 MMUS\$ y un período de recuperación de 5 meses (9). En la Figura 3 se muestra la red existente en el formato "grid", usando dicho valor, con lo que el Punto de Pliegue para las corrientes calientes tendrá un valor de 80.15 °C, mientras que para las corrientes frías dicho valor será de 20.15 °C. A partir de esta Figura se identifica que los intercambiadores E02B y E03B, así como los enfriadores E09, E202 y E201, transfieren calor a través del Punto de Pliegue, además de que existen enfriadores que se encuentran arriba del Punto de Pliegue (E12, E13, E14 y E30), por lo que es conveniente eliminarlos.

Como se mencionó anteriormente, la readaptación de la red debe llevarse a cabo manteniendo la estructura básica de la misma, sin provocar cambios radicales que pudieran acarrear problemas de operación o de flexibilidad. Dado que sólo hay dos corrientes frías que se encuentran en el Punto de Pliegue, los gradientes de temperatura entre éstas y las calientes son un factor limitante en las modificaciones propuestas. La red se completó aumentando el área de los intercambiadores existentes con nuevas corazas y estableciendo nuevas combinaciones. La readaptación se inició en el Punto de Pliegue (parte más restringida del problema) y continuando hacia los extremos, como se indica a continuación:

- Para evitar que el enfriador E09 transfiera calor a través del Punto de Pliegue, se aumentó el área del intercambiador E01 para que la corriente 13B pudiera llegar a una temperatura de 80.15 °C, que es la temperatura del Punto de Pliegue para las corrientes calientes.
- Dado que el cambiador E02B debe eliminarse, es necesario aumentar tanto el área del E02A, con el objeto de que la corriente 14B llegue a la temperatura del Punto de Pliegue, así como la carga del enfriador E10.
- Ya que el gradiente de temperatura en el intercambiador E03A se ha reducido como

consecuencia del aumento en el área de los cambiadores E01 y E02A, se prefiere intercambiar la corriente 15B con el crudo en la corriente 2D, es decir, el cambiador E03B que fue eliminado anteriormente es reutilizado, llevando a la corriente caliente a la temperatura del Punto de Pliegue, para lo cual se debe de aumentar el área de intercambio. La carga del enfriador E11 también se ve incrementada.

- Para compensar la falta de los enfriadores E202 y E20, es necesario acrecentar el área del cambiador E04B para llevar la corriente 28B a la temperatura del Punto de Pliegue.
- La eliminación del enfriador E12 trae como resultado un aumento en el área de los cambiadores E05A y E05B, ya que la corriente 17B debe de ser llevada a su temperatura meta (121 °C) mediante intercambio de calor en estas unidades.
- La carga faltante del enfriador E14 se suple con una nueva combinación de corrientes que se intercambian en el unidad A, la cual es colocada en el lugar apropiado para evitar que los gradientes se reduzcan demasiado, lo que provocaría el empleo excesivo de área.
- Los cambiadores E07A y E07B mantienen su posición dentro de la nueva estructura, aunque debido a la gradual reducción de los gradientes de temperatura como efecto de una mayor transferencia de calor al crudo en el nuevo arreglo, es necesario aumentar el área en el cambiador E07A.
- El cambiador E07C aumenta su carga como resultado de suprimir el enfriador E13, sin embargo, dado que la corriente caliente debe de ser llevada hasta una temperatura de 87.7°C se puede observar que inevitablemente se incurrirá en un cruce significativo de temperaturas en el cambiador, como consecuencia de la disminución de los gradientes en este punto.
- La eliminación del enfriador E30 es decisiva en la readaptación, ya que la carga de éste debe de ser cubierta mediante intercambio con el crudo precalentado en el lugar apropiado (cambiador B), nuevamente considerando el gradiente que es vital en cualquier parte del arreglo y, con las corrientes 4C y 4D que en el

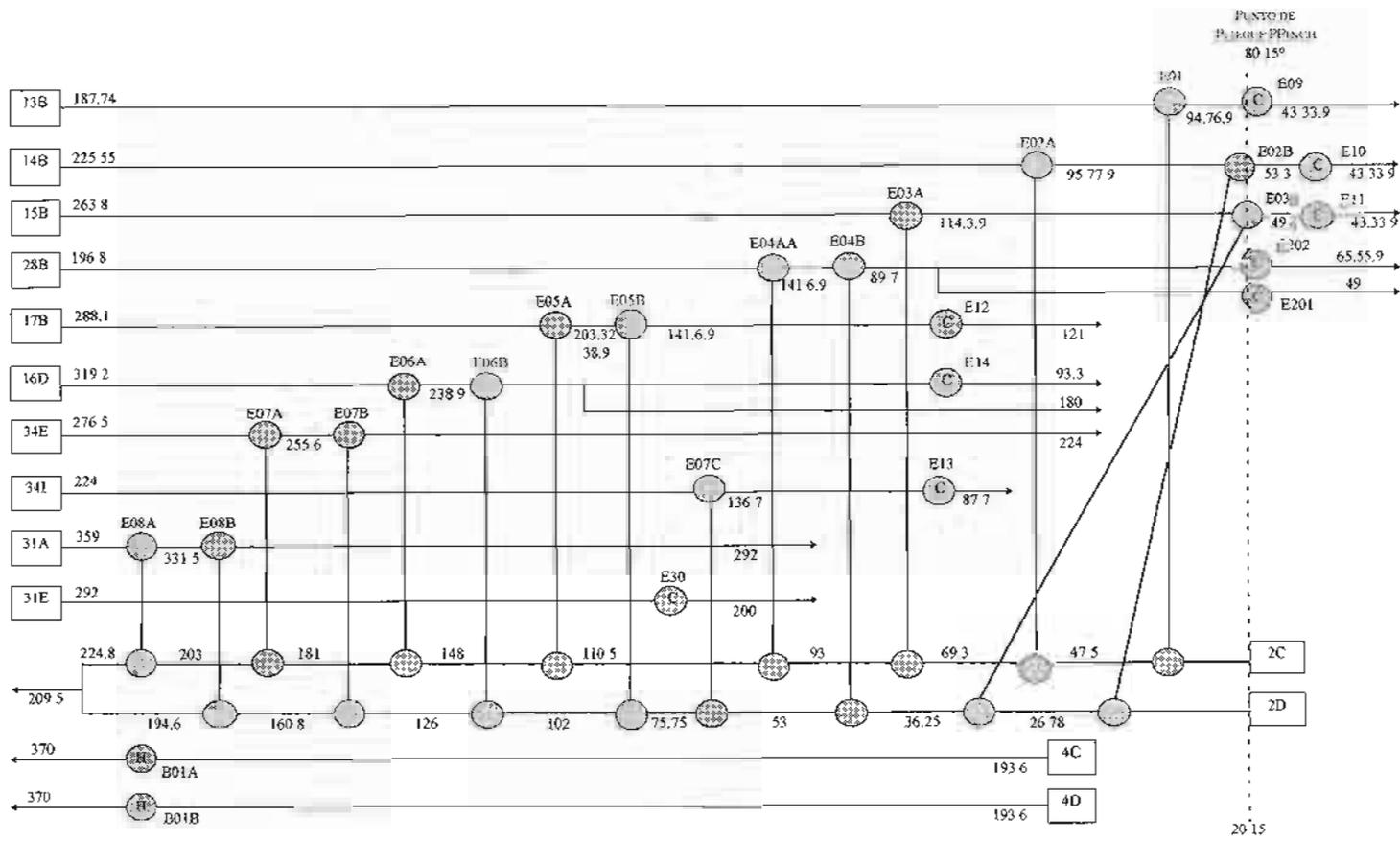


Figura 3. Arreglo de la red de intercambio existente.





cambiadores (antes de los hornos atmosféricos).

- Si bien el cambiador E08A no fue suprimido inicialmente, éste no interviene en la nueva red, ya que las combinaciones introducidas y el incremento de área en otras, proveen del calor necesario para calentar el crudo casi hasta su temperatura meta promedio (209.5 °C), razón por la cual basta con mantener el cambiador E08B para conseguir que éste llegue a las condiciones deseadas.
- Los cambiadores contemplados hasta el momento, no logran satisfacer las cargas térmicas de las corrientes 31E y 31A, lo que hace necesario la introducción de cuatro nuevas combinaciones que intercambian calor con las corrientes 4C y 4D en las unidades C, D, E y F, lo que conlleva un doble beneficio: llevar a las corrientes calientes en conjunto con las unidades B y E08B hasta su temperatura meta y, contribuir a calentar el crudo despuntado antes de entrar a los hornos, disminuyendo la carga de los mismos y por ende el consumo de combustible.

Una vez que la nueva red ha sido completada es necesario obtener las condiciones de operación de la misma, para lo cual se debe simular de nuevo la sección de intercambio, introduciendo las modificaciones realizadas. En la Figura 4 se observa el nuevo arreglo en representación "grid". Debe señalarse que los cambios introducidos al tren de intercambio no han alterado las condiciones de operación ni la estructura de la sección de fraccionamiento.

Dado que las corazas de los cambiadores eliminados (E02B, E03A y E08A) se reubicaron con el objeto de aprovechar el área existente como indica la filosofía de la readaptación, el número real de corazas nuevas será de 26. Por lo tanto, el nuevo arreglo está compuesto por 44 corazas lo que conduce a una reducción en la inversión y consecuentemente en el período de recuperación previstos. La inversión prevista de 1.6 MMUS\$ se reduce a 1.44 MMUS\$ y el período de recuperación pasa desde 5.03 hasta 4.5 meses.

CONCLUSIONES

Con las modificaciones propuestas para el proceso existente, arrojadas por la readaptación, se alcanza el objetivo principal del presente trabajo

de plantear alternativas de rediseño de la red de recuperación de calor de una planta de destilación combinada de crudo, con el propósito de contribuir al mejor aprovechamiento de la energía en la misma.

Una parte fundamental del método usado, sin la cual esta readaptación difícilmente se hubiera logrado, es la valiosa herramienta de simulación de procesos, con la cual se predicen temperaturas y propiedades como los coeficientes de película de los cambiadores, dando una representación adecuada de las condiciones de operación actuales de la planta.

Aunque la TPP ha demostrado su éxito en el terreno de diseños nuevos, estudios como el presente demuestran que es posible aplicarla a readaptaciones de procesos existentes, si bien su aplicación tiene un cierto grado de complejidad, debido a las restricciones en el uso de equipo. La contribución más importante de la técnica de readaptación es el establecimiento de metas objetivas y fáciles de cuantificar, proveyendo un buen punto de inicio para emprender el rediseño.

Los beneficios estimados al incorporar los cambios propuestos a la planta combinada son considerables, puesto que representan una reducción en el consumo de combustible en los hornos atmosféricos del 43%, lo que significa 3.8 MMUS\$/año, con un nivel de inversión de 1.44 MMUS\$ y un período de recuperación de 4.5 meses.

Estudios como el presente sirven para demostrar la factibilidad de aplicación de técnicas modernas de análisis de procesos para la modernización de unidades (10), objetivo que puede ser de gran utilidad en el contexto de la industria química en México.

REFERENCIAS

1. Linnhoff, B. y Tjoe. Using Pinch Technology for Process Retrofit. *Chem. Eng.* 93: 4, 1986.
2. PEMEX. *Memoria de Labores*. México [s.e.] 1994.
3. Gary J.H. y Handwerk G. E. *Refinación del Petróleo*. España, Editorial Reverté, 1980.



4. Manríquez, L., Moreno A. y Anaya C. Assays for important Mexican Crudes Updated. *Oil & Gas Journal*, Marzo 4, 1991.
5. Simulation Sciences Inc. *Manuales de Uso del PRO-II*. [s.e.] 1992.
6. Memorias del curso "Investigación aplicada al desarrollo: El método Pinch". México, Universidad La Salle, 1995.
7. Linnhoff, B. y Turner, J.A. Heat recovery networks: new insights yield big savings. *Chem. Eng.* Nov. 2, 1981.
8. Linnhoff, B., Pollwy, G.T. y Sahdev, V. General Process Improvements through Pinch Technology. *Chem. Eng. Progress* 84: 6, 1988.
9. Economic Indicators. Chemical Engineering Plant Cost Index. *Chem. Eng.* 102: 10, 1995.
10. Oliveira, W. *Crude Preheat train Debottlenecking using Hextran*. USA. SimSci International User Meeting, 1994.

DIRECTORIO ULSA

RECTOR

Mtro. Lucio Tazzer De Schrijver

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. Ambrosio Luna Salas

VICERRECTOR DE FORMACIÓN

Dr. Rafael Martínez Cervantes

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE

DIRECTORA

Dra. Araceli Sánchez de Corral

JEFE DE DESARROLLO DE PROYECTOS

I.Q. Ma. Concepción Fortes Rivas

JEFE DEL AREA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

Q.F.B. José Antonio García

ASESOR DE INFORMÁTICA

Luis José López

SECRETARIA

Sra. Elizabeth De la Mora Montes

INVESTIGADORES

Dr. Arturo Borraza

Anna Paola Bellucci

Lic. Consuelo Carranza

M. en C. David Domínguez

Mtro. Francisco Durán

Ing. Tulio Espinosa

M. en C. Eduardo Gómez

M. en C. Hugo G. González

Dr. José Jesús Herrera

Arq. Pedro Irigoyen

M. en C. Marco A. Jiménez

Lic. José Benedicto Juárez

Dr. Jorge A. Larriva

Fis. Alberto Lima

Ma. Carmen Lule

Lic. José Luis Mondragón

Q. Irene Montalvo

Q.F.B. Martha Mustre

Ing. Manuel Gerardo Raggi

Victor A. Ramos

Dr. Adrián Rondón

Dr. Daniel Salazar

Q.F.B. Guadalupe Solís

I.Q. Julio Torres

M. en C. Esther Vargas

M. I. Fernando Vera

AGRADECIMIENTOS

EL CIULSA agradece la colaboración de las autoridades y de los apoyos que propiciaron la edición de la revista



MR EDICIONES UNIVERSIDAD LA SALLE