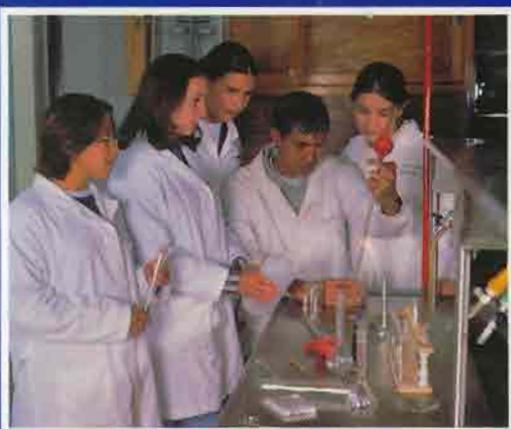


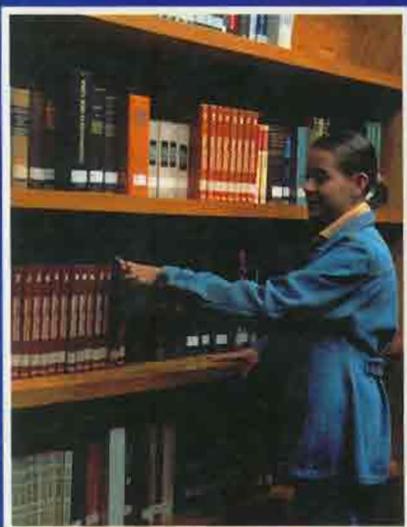
Revista del Centro de Investigación



UNIVERSIDAD LA SALLE



- Medicina y farmacia en el siglo XIX
- Neurocomputación y Control
- Comercio electrónico y Educación
- Química cuántica
- Control no lineal
- Derecho al desarrollo y Nuevo orden internacional
- Educación virtual multimedia
- Hipermutación somática e inmunología



PLAZA Y VALDES
P Y V
EDITORES

Vol. 4 • Núm. 15 • Jul.-Dic. 2000
\$99.00



*Revista
del Centro de
Investigación*

UNIVERSIDAD LA SALLE



Nueva Época

ISSN 1405-6690

- Francisco Durán Martínez
Licenciado en Historia, (UNAM), Maestro en estudios latinoamericanos, (University of Texas), Estudios de Doctorado en la (University of New Mexico).
- Eduardo Gómez Ramírez
Ingeniero Electrónico en la ULSA. Maestro y Doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, Control Automático, CINVESTAV. Miembro del SNI.
- Victoria E. Erosa
Licenciada en Economía, UNAM, Maestra en Enseñanza Superior, ULSA, Doctora en Ciencias en Administración, Programa conjunto Universidad de Texas-ITESM/CEM, Investigadora Nacional (SNI).
- Honorio Vera Mendoza
Licenciado y Maestro en Física Teórica, Doctor en Física Teórica, especialista en Mecánica Estadística, en la Universidad Rusa de Amistad de los Pueblos, Moscú, Rusia.
- Hugo G. González-Hernández
Ingeniero Electrónico de la ULSA, Maestro y Candidato a Doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, CINVESTAV. Miembro del SNI.
- Marcos Montiel-Castellanos
Ingeniero en la ULSA, México. Estudiante de la Maestría en Ciencias en la TU-Dresden, Alemania.
- Armando Aguilar Sahagún
Profesor e investigador del Doctorado en Educación, Programa Interinstitucional (Instituto Superior de Investigación y Docencia para el Magisterio, Centro de Investigaciones Pedagógicas y Sociales, ULSA y Universidad Pedagógica Nacional, Unidad Guadalajara).
- Lourdes de la Guardia Mendoza
Profesora de Educación Primaria, Licenciada en Psicología Educativa y Maestra en Pedagogía, Maestra en Enseñanza Superior (ULSA), Maestra en Tecnología Educativa, Doctora en Educación (ULSA).
- Gabriel de la Guardia Mendoza
Licenciado en Administración de Empresas, ULSA, Maestría en Administración.
- José A. García
Q.F.B. en ULSA.
- Artemio Arroyo Mosqueda
Licenciado en Etnología, INAH, Maestro en Historia UNAM.
- Francisco Bahr
CONICET, Rca. Argentina.

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN
Vol. 4 Núm 15

Distribución y publicación de la Coordinación General de Investigación de la Universidad La Salle.

DIRECCIÓN: Esther Vargas Medina

EDICIÓN: Francisco Durán Martínez

CORRECCIÓN DE ESTILO Y CUIDADO EDITORIAL:
Mario J. Salgado Ruelas

CONSEJO EDITORIAL

Mtra. Ma. Elena Escalera, Mtra Esther Vargas, Mtro. Francisco Durán, Mtro. José Antonio Dacal, Dr Eduardo Gómez, M en C. Hugo González, Dra Miriam Ponce, Q. Irene Montalvo.

DISTRIBUCIÓN: Lic. Irma Rodríguez Vega.

DISEÑO y ELABORACIÓN: Magdalena de la Tejera C.

CORRESPONDENCIA: Revista del Centro de Investigación. Coordinación General de Investigación. Benjamín Franklin Núm. 47, Col. Hipódromo Condesa, México, D.F. 06140 Tel 5728 0522 Fax 5515 7631
Apartado Postal 18969 y 18995.
E-Mail: <revista@ci.ulsal.mx>
<http://www.ulsal.edu.mx/~cgilrevista/>

Esta publicación tiene un tiraje de 1000 ejemplares y aparece semestralmente.

Impreso por. Plaza y Valdés Editores.

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 contenido No. 5638. ISSN 14056690

Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los autores. El logotipo y la denominación de la Universidad la Salle son marcas registradas. Indizada en CLASE. Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades, de la DGB-UNAM.

Para consultas:
<http://132.248.9.8.4500/ALEPH/spa/CLA/CLA/CLA/FIND-ACC/0102077>



Coordinación General de Investigación

ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN

Bitácora médica del doctor Falcón. La medicina y la farmacia en el siglo XIX	5	<i>Francisco Durán Martínez</i>
Control adaptable utilizando Redes Neuronales Artificiales Polinomiales.	17	<i>Eduardo Gómez Ramírez, A. S. Poznyak & R. Lozano</i>
Comercio electrónico y educación superior en México: consideraciones sobre el Cómo y el Cuándo	39	<i>Victoria E. Erosa</i>
Quantum Chemistry and its Application to Life Science	51	<i>Misako Aida, Masaki Hayash & Honorio Vera Mendoza</i>
Un método de perturbaciones paramétricas para controlar el Circuito de Chua	63	<i>Hugo G. González-Hernández & Marcos Montiel-Castellanos</i>
El derecho al desarrollo en el contexto del nuevo orden internacional. La idea implícita del tiempo y el poder.	71	<i>Armando Aguilar Sahagún</i>
Modelo interactivo: educación virtual multimediatizada y conectiva - EVMUC	81	<i>Lourdes de la Guardia Mendoza & Gabriel de la Guardia Mendoza</i>
Las implicaciones de la hipermutación somática en la generación de la diversidad en la respuesta inmunológica.	89	<i>José A. García.</i>

ENSAYOS

Algunas notas sobre servidumbre en el sur del Valle del Mezquital, 1585-1655	95	<i>Artemio Arroyo Mosqueda</i>
---	----	--------------------------------

REPORTES DE AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Trabajos Ganadores. VII Jornadas de Investigación. Premio Hno. Salvador González.	101	<i>Autores varios</i>
---	-----	-----------------------

RESEÑAS

Vascos, agricultura y empresa en México. Rafael Arocena. <i>La siembra comenzó en La Laguna</i>	107	<i>Francisco Durán Martínez</i>
Jesús Avelino de la Piedad. <i>El problema de la religión</i>	109	<i>Francisco Bahr</i>
Directorio	110	
Forma de suscripción	111	
Criterios para autores	112	

Es una gran satisfacción para mí, presentar el número 15 de la Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle en su Nueva Época, órgano que informa sobre las actividades de la Dirección de Posgrado e Investigación, en este gran rubro del quehacer universitario.

Una de las grandes preocupaciones de nuestra Casa de Estudios, es y ha sido, que la curiosidad científica -tanto en las ciencias exactas como en las humanísticas-despierte especial interés entre nuestros educandos.

Por supuesto, es muy importante, sobre todo en el bachillerato y la licenciatura, que los jóvenes aprendan nuevos conocimientos y vayan construyendo su infraestructura cultural; pero es vital que muchos de ellos, se incorporen a la legión de hombres y mujeres dedicados a aportar mediante la investigación, ese conocimiento que posteriormente ellos u otros docentes, enseñarán en aulas, laboratorios y gabinetes.

Que sirva la Revista que ustedes tienen en las manos, para que la comunidad universitaria lasallista y la academia del país, puedan conocer la investigación que se lleva a cabo en la ULSA, no nada más en los campos que tradicionalmente se cultivan, sino también en disciplinas como el Derecho, la Teología, la Administración, la Psicología y otras que tienen como centro principal al hombre.

Somos una Universidad de Inspiración Cristiana, y vamos a dar al espíritu, la misma importancia que actualmente conferimos a todo aquello que puede mostrarse en cifras o resultados de laboratorio. Por tanto, éste me parece un lugar ideal para convocar a que investiguen y publiquen, aparte de los científicos: los filósofos, juristas, filólogos y estudiosos en general de las ciencias humanas.

El conocimiento del hombre, en todos y cada uno de sus ámbitos, es una forma de alabanza de lo creado a su Creador. Démosle la dignidad que se merece.

“INDIVISA MANENT”

Mtro. Raúl Valadez García, FSC.

R E C T O R

Bitácora Médica del Doctor Falcón

La medicina y la farmacia en el siglo XIX*

Francisco Durán. Coordinación General de Investigación
<fduran@ci.ulsamex.mx>

RESUMEN

El presente trabajo es el prólogo de una investigación en la que se transcribieron, paleografiaron y acotaron las recetas que día con día escribiera un minucioso médico durante la segunda mitad del siglo XIX. Lo que aquí se presenta es la historia del autor así como el devenir que tuvo esta bitácora. El rescate de este tipo de trabajos enriquece tanto a la historia científica como a la historia social de México.

Palabras clave: Herbolaria, medicina, farmacia.

ABSTRACT

This research is the foreword of an extensive transcription of a Medical diary, written over the second half of the 19th Century, by a patient and dedicated physician. What we include here is the history of Doctor Falcón, and the history of the diary itself. This kind of work is relevant as it is a part of the rescue of the scientific and social history of Mexico.

Keywords: Herbs study, medicine, pharmacy.

PROEMIO

LA MEDICINA DECIMONÓNICA

"La labor del médico cuando no deja escritos, sólo pervive en el agradecimiento y en la vida del paciente".
Germán Somolinos d'Ardois, *Capítulos de Historia Médica*. vol. II, p. 120

En México, la medicina, lo mismo que su población, costumbres y tradiciones, es mestiza. Sus raíces son, naturalmente, la indígena y la española. Y en ellas se mezclan la sabiduría prehispánica, con la farmacopea, la medicina galénica e hipocrática tradicional. Podríamos decir que el devenir de la medicina mexicana es único. Mientras que el arte galénico se impartía en la Real y Pontificia Universidad de México, bajo todos los cánones y tradiciones, por otro lado vamos a tener el saber de los curanderos, la sabiduría de las yerberas, y la infinita gama de remedios populares que se aplicaban y que gozaban de mayor prestigio y credibilidad que la misma medicina.

El ejercicio médico, mezcló tanto los conocimientos académicos, como los del saber popular. Los galenos hacían uso de los remedios más inauditos, para proporcionar la cura necesaria, que iban desde las fórmulas magistrales hasta los remedios populares; lo que fuera y como fuera con tal de curar al paciente, el que, a fin de cuentas, acababa sanando con el médico, sin el médico y a pesar del médico.

La formación de nuestros médicos era prácticamente la misma que tenían los europeos durante el siglo XV o la primera mitad del siglo XVI "...aspirante a médico tenía que conocer, y estudiar durante los cuatro o cinco años de su carrera los Aforismos de Hipócrates, varias obras de Galeno, De usu partum, Método medendi y la Articella o Ars parva, el Canon de Avicena y algunos fragmentos de otros autores árabes como Averroes y Razes. Esta es la base ...de los estudios médicos en México, ya para fines del siglo, encontraremos el mismo esquema con muy ligeras variaciones." Sin embargo, una cosa era estudiar medicina y otra graduarse de médico. En aquel entonces muchos, por no decir que la mayoría, eran bachilleres que se

* Extracto del libro *Bitácora Médica del Doctor Falcón. La medicina y la farmacia en el siglo XIX*, editado por Universidad La Salle, OFIL y Plaza y Valdés. México, 2000

¹ Somolinos d'Ardois, Germán, *Capítulos de Historia Médica Mexicana*. "El fenómeno de fusión cultural y su trascendencia médica", vol. II, p. 112.

decían cirujanos, cuando no eran más que simples sangradores o barberos. Así que una cosa era el conocimiento de la medicina en sí y otra eran sus intérpretes. De ahí que Voltaire comentara que: "El arte de la medicina consiste en distraer al paciente, mientras la naturaleza cura el mal"² Y para entonces no estaba nada errado. "No obstante hubo médicos con estudios universitarios, cirujanos de calidad aprobados por el Tribunal del Protomedicato en España; barberos sangradores de formación empírica, pero suficiente para la práctica diaria. Boticarios, no siempre graduados, en general trapisondistas, que trajeron de cabeza a los visitantes del Cabildo. Ensalmadores, algunos algebristas, curanderos y aficionados, unos con aureola de prestigio o santidad y otros con espíritu de la picaresca en el cuerpo."³ Y es que la medicina formal de aquel entonces es, en ojos del siglo XX, una cuestión tan esotérica que nos resulta más familiar el remedio casero que la metodología científica de aquella época. Los médicos para externar un diagnóstico, primero observaban la condición, complexión y temperamento de los enfermos, según la tradición galénica. "Los coléricos son prestos y diligentes, los flemáticos flojos y perezosos, los sanguíneos, alegres y los melancólicos tristes"⁴. Ya establecido el temperamento del enfermo hacían uso de sus conocimientos de astrología para saber la gravedad de la dolencia, así aplicaban las enseñanzas de Ptolomeo, Hermes y Bethem. "Si en el principio la enfermedad estuviere la luna en Libra en conjunción en Saturno o Marte, es señal de muerte. Las enfermedades tienen principio, o las heridas y caídas sucedidas en la conjunción de sol y luna, suelen ser peligrosas; mayormente si alguna de éstas tiene su principio antes de la conjunción u hora de la luna nueva, que todo es uno mismo."⁵ No contentos con eso había que ver la época del año en que caía enfermo el paciente, pues también contribuía a corroborar el temperamento y por ende la cura. Así: "En marzo, abril y mayo, que es el verano, reina en el cuerpo humano la sangre. En junio, julio y agosto, que es el estío, la cólera. En septiembre, octubre y noviembre,

que es el otoño, reina la melancolía. Y en diciembre, enero y febrero, que es el invierno, la flema."⁶ Ya establecida la época, había que ver a qué hora del día había comenzado la dolencia, para poder afinar el origen y evolución del mal. "Y así mismo en el día natural de veinticuatro horas reinan en el cuerpo humano estos cuatro humores, porque desde las tres de la mañana hasta las nueve de la mañana, la cólera. Y de las nueve de la mañana hasta las tres de la tarde, la sangre. Y desde las tres de la tarde hasta las nueve de la noche reina la melancolía. Y desde las nueve de la noche hasta las tres de la mañana, la flema. Y así veremos que los buenos médicos se informan a qué hora crece o mengua el accidente o calentura que tiene el enfermo para juzgar bien la enfermedad y de qué humor es causada."⁷

Caminado todo este trayecto se llegaba a la peor parte, el diagnóstico y la terapéutica, si bien el pobre del enfermo se sentía mal, con la medicina se iba a sentir peor. Las medicinas debían ser clasificadas en húmedas, secas, calientes y frías, y servían para equilibrar debidamente los excesos y las carencias humorales. Si tuviere ronchas, le sangran de la vena de todo el cuerpo y darle un sudor con yerbas calientes, como la sábila, maguey, eneldo. Para el dolor de cabeza, un sahumero del copal. Contra el dolor de vejiga o riñones, unas piedras calientes colocadas en la parte afectada. Para la diarrea un pulque. Para la calor y las angustias la izeleua cruda, molida y revuelta con agua, que actuaba como vomitivo. Las sanguijuelas eran como la aspirina de la época. se usaban para cualquier mal y ocasión, tan populares llegaron a ser que la lírica callejera les dedicó el siguiente versito:

"A mí me duelen las muelas;
Mi hijo tiene tabardillo;
Papá se quebró un tobillo.
Pues a todos sanguijuelas"⁸

Para las amputaciones se usaba la mandrágora como anestésico, teniendo el cuidado de no darle de más al enfermo, pues moriría de

² Baños Urquijo, Francisco (comp). *Florilegio médico mexicano*, p. 17.

³ Samolinos, *Op. cit.*, p. 142

⁴ Baños Urquijo, *Op. cit.* p. 14.

⁵ *Ibidem.*

⁶ *Ibid.*, p. 20.

⁷ *Ibid.*

⁸ *Ibid.* p. 48.

envenenamiento y cuando se daba lo adecuado, había que volverlo de inmediato a sus cinco sentidos por medio de un vomitivo o friegas en el cuerpo. Así, el anestesiado era obligado a volver en sí y a sufrir no sólo el vómito o las friegas, sino los dolores de la amputación. Ante estos remedios no quedaba más que volver la vista al cielo y depositar la fe en todos los santos, los que resultaban el recurso más seguro para recuperar la salud, pues si bien ponerse en manos de un galeno era un riesgo, el milagro era, sin peligro alguno, la mejor solución. De ahí la popularidad que gozaban muchos santos y que fungieran como especialistas de la medicina, pues había santos para cada uno de los males.

"San Cristóbal y santo Domingo Loricano, eran abogados magníficos para el dolor de cabeza; san Eusebio Samosetano, para las jaquecas; san Javier para las pesadillas y lograr un buen sueño; santa Ludovina secaba el catarro; santa Apolonia y san Francisco Javier extinguían el dolor de muelas; santa Lucía y san Tobías los males que caen a los ojos, y para los riñones era inmejorable san Zoilo; san Andrés Avelino sosegaba los ataques; san Juan Cancio dábale fin a las úlceras y a la tisis más galopante; san Luis Beltrán y san Gonzalo de Amarante volvían sanos a los atacados del terrible cólera; san Bernardo hacía que tornara el apetito; contra el hambre no tenían rivales tanto san Nicolás Tolentino como santa Tircia y los Reyes Magos; san Blas daba remedio inmediato a las enfermedades de la garganta; san Antonio de Padua hacía a los tullidos de velocísima andadura; san Pedro Tomás extinguía el tabardillo más pintado que un cuadro de Echave, el viejo; las tercianas y cuartanas se rendían al benéfico influjo de san Alberto; san Juan de Dios volvía a meter en quicio a los que con la locura perdieron el entendimiento."

Las enfermedades que causaban mayor mortandad en México, sin tomar en cuenta las epidémicas, ya que éstas se llevaban la estadística por delante, fueron: "1° la pleuresia y pulmonía; 2° diarrea; 3° disenteria; 4° eclampsia; 5° fiebre tifoidea; 6° tisis pulmonar; 7°

apoplegia; 8° hepatitis, y 9° enfermedades del corazón"¹⁰

Este era el Gólgota de cualquier enfermo que recurriera a los médicos, sin mencionar las situaciones de extrema necesidad como cuando se soltaban las epidemias, que no fueron pocas, contra las que no había, remedio, santo, o procesión que salvara a nadie.

El Códice De la Cruz-Badiano nos relata los métodos de diagnóstico de la medicina indígena, que ahora nos parece más lógica y menos elaborada que la clásica, al menos más atentos a la observación y características del paciente.

"Un médico prudente puede pronosticar por los ojos y la nariz del enfermo, si ha de morir o ha de sobrevivir. Por lo cual, según su opinión probable, ojos enrojecidos, sin duda que son signo de vida; los pálidos y blancuzcos, indicio de salud incierta...Indicios de muerte son: un cierto color de humo que se percibe en medio de los ojos..."¹¹

La enseñanza de la medicina cambió hasta la época de la independencia, y gracias a ello se volvió hacia un patrón académico más científico o al menos más tendiente a la científicidad. Así, después de la supresión de la Real y Pontificia Universidad de México, en 1833 se reabrieron nuevamente los programas académicos con materias más enfocadas al arte médico y menos teológicas y humanísticas. Se introducen como parte de las materias la física y la química, que antes se estudiaban sólo en el Colegio de Minería, obligando así al médico a conocer la parte referente a la química aplicada a la farmacia, e iniciando así esta materia como una parte esencial del arte de la medicina. Y es que: "Recién concluida la conquista, el ejercicio de la farmacia tuvo que ser posterior al de la medicina; se comenzó por usar simplemente las plantas y demás producciones del jardín de Oaxtepec, para hacer las primeras preparaciones farmacéuticas que en su hospital se usaron. Por lo mismo, empezó su ejercicio en manos del más absoluto empirismo. Las cátedras de Farmacia no llegaron a existir en la

⁹ *Ibid.* p. 65.

¹⁰ De Gortari, Hira y Regina Hernández, *Memorias y encuentros. La Ciudad de México y el Distrito Federal (1824-1928)*, vol. III, p. 302

¹¹ *Ibid.* p. 20

Nueva España ni en la naciente República; los boticarios no tuvieron escuela ni estudios; adquirirían esa profesión con sólo una práctica de cuatro años; y en los últimos tiempos apenas si mal seguían en el Jardín Botánico de Palacio un curso de cuatro meses de botánica, y algunos (rarísimos) solían tinturarse, dicen las crónicas, en química, antes de presentar su examen. Con tales conocimientos salían al ejercicio. Estando las ciencias físico-químicas en un estado de atraso absoluto, y la historia natural guardando uno no menos lamentable, el profesor de farmacia, que ni siquiera así las estudiaba, mal podía desempeñar dignamente en la sociedad el papel que le correspondía. Por eso permaneció la farmacia tan abatida aquí como en otras partes, mientras tal estado guardaron tan interesantes ciencias accesorias.¹²

En la ciudad de México el libro de consulta obligado para cualquier boticario que se preciara de tal, era la Farmacopea Matritense que, ordenada su publicación por Felipe II en 1593, no vio la luz sino hasta 1739. Entre los productos farmacéuticos que aconsejaba este texto encontramos como esenciales y muy importantes: tela de araña, pene de toro lobo, viboras, sapos y ranas, orina de vaca, pulmón de zorra, cola de tlacuache, caca de perro, lombrices de tierra, estiércol de pavo real, enjunidia de gallina y caca de negro.

La medicina comenzó a cambiar, en el siglo XVIII, gracias al espíritu científico de la ilustración y en el siglo XIX a causa de las guerras napoleónicas, ya que fue entonces cuando surgieron los grandes anatomistas y patólogos como Marie-François-Xavier Bichat, Nicolás Corvisart, Phillipe Pinel, Jean Reybard, François Magendie o el mismo René Theophile Laennec entre otros, quienes con los heridos y muertos de guerra tuvieron material de sobra para experimentar y estudiar realmente al cuerpo humano. En México los cambios científicos que comenzaron en 1833 con la apertura de la Escuela de medicina, cambiaron radicalmente la enseñanza y los programas de estudio en los que se impartieron materias como: Farmacia teórico práctica, Anatomía descriptiva y pato-

logía, Fisiología e Higiene, Patología externa, Operaciones y obstetricia, Patología interna, Materia médica, Medicina legal, Clínica externa y Clínica interna.¹³ Pero el impulso realmente científico se percibió hasta que Gabino Barreda estableció el positivismo en México, a través de la educación y quien trasladó a nuestro país la corriente filosófica de Augusto Comte. Gracias a esto: "...el positivismo impulsó el desarrollo de la ciencia en México. Pero al advertir el planteamiento, podría decirse que quizá el pensamiento científico y un cierto ambiente 'cientista' prepararon los medios para difundir el positivismo. Sin embargo, no podríamos excluir lo uno de lo otro, y sí, en cambio, señalar que las condiciones para que pudieran desarrollarse las distintas ciencias estuvieron determinadas por la estabilidad política y por la recuperación económica, que no se habían dado en nuestra República durante los casi setenta años de vida independiente."¹⁴ Muchos y muy notables fueron los médicos que siguieron e impulsaron las ideas de Comte: Gabino Barreda, Francisco Díaz Covarrubias, José María Díaz Covarrubias, Pedro Contreras Elizalde, Agustín Bazán y Caravantes, Antonio Tagle y Alfonso Herrera, entre otros.

Esta época fue, sin duda alguna, muy fértil en cuanto a los avances científicos nacionales, o al menos fue la época de rompimiento con el sistema medieval que se seguía en nuestro país. Sin embargo, no es sino hasta finales del siglo pasado cuando despuntó realmente el avance científico a nivel mundial, gracias a los descubrimientos de Pasteur, Koch y el resto de científicos que aportaron una nueva visión a la medicina e hicieron que sus avances fueran dramáticos.

La Bitácora del Doctor Falcón que es la que ahora transcribimos, paleografiamos y acotamos responde a este último momento de la medicina nacional. Va aproximadamente desde 1840 hasta 1872, es decir corresponde a la transición de las estructuras coloniales y a los primeros pasos del positivismo. Y resulta importante por ser un testimonio de lo que fue la medicina, la farmacia, la herbolaria, la patología y

¹² Flores, Francisco, *Historia de la medicina en México*, vol. I, p. 61.

¹³ Baños, *Op cit*, pp. 36, 37.

¹⁴ Flores, *Op cit.*, vol. I, p. XXXVIII.

en última instancia un reflejo de la vida social en nuestro país, vista a través de las enfermedades, comentarios y situaciones de un médico de su época.

EL DOCTOR FALCÓN

"Y yo siempre parto de este principio: que nada mando a mis enfermos que no tomaría yo en igual caso"

Dr. Falcón, Bitácora, p. 78.

Poco sabemos del autor de esta Bitácora, unas cuantas referencias que éste hace de sí mismo, algunas fechas que cita e incluso recetas propias. Su escrito no manifiesta tendencia política ni preferencia religiosa, se constriñe única y exclusivamente a la materia médica. No sabemos si profesó el liberalismo o el conservadurismo, si estuvo en favor de Santa Anna o no. Si simpatizó con las leyes de reforma o estuvo en contra. Si el gobierno de Comonfort o el Imperio le fueron favorables o contrarios. En fin que encontramos a un científico que se dedicó a lo suyo y que evitó emitir opinión política o religiosa, actitud que, en el apasionado siglo XIX, era muy difícil de tener.

Posiblemente estudió, hacia el año de 1833, en la recién abierta Escuela de Medicina, pues menciona a algunos de los fundadores como sus maestros. De los primeros datos que tenemos de él son su residencia en tierra caliente hacia 1849, él mismo nos lo citó:

"Yo vi curaciones sorprendentes en la tierra caliente donde es endémica esta enfermedad [la diarrea]".

Vivió en Cuernavaca y posteriormente se trasladó a la ciudad de México, ya que en 1853 o 1854, procuró sus servicios como médico a la leva que estaba "reclutando" el General Antonio López de Santa Anna. Para 1858, cuando Ignacio Comonfort aplicó las leyes de Reforma y se realizó la excomunión religiosa, nuestro galeno atendió a las monjas del convento de Regina, en concreto a la madre Marianita Noguera, que residía entonces, en la 2a. calle del Puente de la Aduana núm. 0, y a quien curó del temible cólera, con pequeñas dosis de ron.

Menciona Falcón la existencia de una hermana a la que curó y pasó a ser parte del registro que llevaba. Posteriormente se trasladó al pueblito de Mixcoac desde donde dio consulta a enfermos de los poblados de San Angel, Tlalpan y Tacubaya. Luego residió nuevamente en la ciudad de México.

Entre los médicos contemporáneos que menciona en la bitácora tenemos al Dr. Hidalgo Carpio, Dr. Lucio, Dr. Pascua, Pedro Montes de Oca, y entre sus maestros a don Pedro Escobedo, de quién dice:

"Este emplasto, desde que en la cátedra nos lo recomendó tanto dicho señor [Pedro Escobedo] lo he usado y usaré siempre, pues he visto toda la vida sus buenos efectos yo lo uso desde el año de 1839"¹⁵ Lo que nos dio una pauta para ver que ya en 1839 estaba ejerciendo, y que sus mentores fueron los que introdujeron la medicina positivista. Como dijimos antes, posiblemente se formó entre las primeras generaciones de la Escuela de Medicina, la que tuvo el siguiente cuerpo académico:

"...profesor de anatomía a Guillermo Cheyne; de fisiología e higiene a Manuel Carpio; a Ignacio Erazo de patología interna; a Pedro Escobedo de patología externa; a Isidoro Olvera de materia médica; a Francisco Rodríguez Puebla de clínica interna; a Ignacio Torres de clínica externa; a Pedro del Villar de operaciones y obstetricia; a Agustín Arellano para medicina legal y a José Vargas para farmacia."¹⁶ Para ese entonces los requisitos para ser miembro de la Facultad de Medicina eran: "Tener treinta años cumplidos y seis de ejercer la profesión. Esto fue ya un paso de progreso; se acabó con el monopolio científico; se quitó una supremacía que no tenía razón de ser, en los tiempos que corrían y en plena República, a ciertos títulos que bien pudiéramos llamar de nobleza médica, y se acarreo la nueva era que se iniciaba en el año de [18]33...las atribuciones que aquella corporación tuvo a su cargo... formar su reglamento y sustituir al protomedicato en algunas de las pocas atribuciones que tenía al extinguirse –pues que según

¹⁵ Bitácora. Véase nota 848

¹⁶ Martínez Cortés, Fernando, *La medicina científica y el siglo XIX mexicano*, México, FCE, p. 69

la nueva organización que se dio entonces a todos los tribunales, las demás pasaron a otras corporaciones-, especialmente en las de verificar los exámenes de las profesiones médicas y anexas.¹⁷

Los textos a los que el doctor Falcón recurrió con más frecuencia para emitir sus diagnósticos y fórmulas fueron: El Anuario de Bouchardat en primer lugar, el Anuario de Wahu en segundo término y La Nueva farmacopea mexicana, amén de los recortes que encontraba en diarios de la época, de las recetas que le proporcionaron por tradición oral y los remedios caseros que aplicó. En aras de la curación del paciente nuestro autor no se cerraba o restringía al saber científico de la época, cualquier remedio que tuviera efectos probados lo aplicaba o al menos lo acotaba. Así, la Bitácora, fue desde un cúmulo de remedios caseros, fórmulas, recetas magistrales, casos médicos, opiniones científicas, propiedades de ciertas plantas, baños, enfermedades, noticias, epidemias, hasta las curaciones de los callos, la alopecia, o los dolores de cabeza. El texto escrito con una intención personal, cuyo objetivo fue el crear un Vademécum propio y rápido de consulta, que facilitara el diagnóstico. En este texto se mezclaban las recetas de la farmacopea francesa junto con la herbolaria popular, los tratamientos más científicos hasta las observaciones personales en la cama del enfermo, en donde se conjugaban el conocimiento médico y la experiencia propia del autor. Si bien el Doctor Falcón no fue positivista de nacimiento, sí llegó a tener la influencia de esta filosofía. Su método científico basado en la observación se ve claramente en los retratos que nos deja de los pacientes a quienes trata. Veamos un ejemplo:

"Una mujer de proporciones muy varonil que residía en su rancho a extramuros de Cuernavaca, de 29 años de edad, de temperamento sanguíneo y constitución activa y mediana estatura"¹⁸ Aquí ya tenemos al paciente descrito en edad, sexo y condición, temperamento, actitud y estatus social. Primera observación sobre el físico y carácter del paciente. ¿Qué le pasó a esta joven mujer? "...una mañana a las cuatro

salió de su habitación para ordeñar a sus vacas, (por gusto, pues tenía criados suficientes que lo hicieran)". Segunda observación, a qué hora ocurre el accidente y nos aclara además que su situación económica pudo habérselo evitado. "Y cuando menos lo pensaba salió de repente un toro, quien dirigiéndose a ella la derribó al suelo (donde estaba sentada con un jarro en una mano y con la otra mano estaba cogiendo el pezón de la vaca) introduciéndola una de sus astas en el abdomen por su parte inferior, y la arrojó a una grande distancia. Inmediatamente y con gran velocidad ella se levantó y viéndose con sus intestinos fuera con mucha sangre fría los envolvió en sus enaguas y echó a correr porque el toro de nuevo la seguía, a pesar de lo que le llamaban la atención todos los de su familia, pero ese animal por fin la alcanzó y de una fuerte comada en la espalda la derribó al suelo y le metió la asta entre los muslos a lo largo de los grandes labios del lado derecho, ocasionando una herida de cuatro pulgadas de largo sobre una y media de profundidad. Esta desgraciada permaneció tirada debajo del animal por algún tiempo y la embestia furiosamente sin que nadie se la pudiera quitar y todos temían a cada momento que la atravesara de parte a parte. Mas de repente ella se pudo escapar de debajo de la fiera arrastrándose y corrió con extraordinaria velocidad y salvó una tapia..." Ya tenemos la tercera observación con heridas, profundidad de las mismas y estado traumático. Ahora entra en escena el Dr. Falcón. "A mi llegada la encontré en su cama, pálida, sus vestidos empapados en sangre y hechos pedazos; los intestinos esparcidos alrededor y cubiertos de sangre y tierra, la cara toda arañada y varias contusiones en los brazos y en la cabeza." Viene ahora la Curación: "limpié los intestinos lo mejor que pude y observándolos con atención noté que en algunos puntos estaban rojos inyectados, se veían perfectamente los vasos con motivo de la dilatación de los intestinos por los gases que contenían. Procedí a la reducción de los intestinos, lo que conseguí después de muy penosos esfuerzos pues la masa de intestinos salidos era muy grande y fue indispensable cortar algunas porciones de epiplón que estaban dilaceradas y rotas en varias partes. La herida era transversal situada a dos traveses de dedo debajo del ombligo de seis pulgadas de longitud, un poco inclinada hacia la ingle izquierda, de manera que una porción de los músculos

¹⁷ Flores, *Op. cit.*, vol. II, pp. 206-209.

¹⁸ Véase Bitácora, "Cornada de un toro", p. 320

oblicuo externo e interno, todo el grueso del externo pubiano del lado izquierdo, con una gran parte del derecho así como el peritoneo, se encontraban dilacerados, los dos extremos del externo pubiano izquierdo estaban retraídos en el lugar de la división, una pulgada más que la piel que los cubría. Practiqué la reunión inmediata por medio de la sutura entortillada, apliqué vendoretas de tela emplástica en los intervalos de la sutura y sostuve el todo con un vendaje de cuerpo; la enferma estaba muy débil y estropeada, y había algo de calentura y cefalalgia. Prescripción = Solución de goma endulzada con jarabe de naranja, dieta rigurosa y atole. Reuní la herida del muslo con tiras de tela". Hasta aquí aplicó lo que equivaldría a la sala de urgencias de cualquier hospital. Obviamente sin antibióticos —que aún no se descubrieran— una asepsia bastante deficiente y esperando que la condición física del paciente hiciera todo lo demás. El seguimiento que el Dr. Falcón dio al caso fue diario, y así acotaba la evolución del paciente. "Día 2° de observación. La noche fue muy mala, la enferma estuvo agitada, inquieta y quejándose mucho, hoy el pulso está lleno y frecuente, la piel caliente, el vientre sensible y meteorizado. Prescripción Sangría de brazo, fomentaciones emolientes al vientre y la misma bebida." La dieta equivalente a lo que ahora sería una dieta blanda, atoles y caldo. A los ocho días la cicatriz ya se iba formando y a los diez y seis ya había cicatrizado, a los 18 días se levanta la enferma completamente sana. A este seguimiento agregó el Doctor sus reflexiones personales, sus temores y lo que quizá no se atrevió a mencionar siquiera a los familiares del enfermo. "Reflexiones. Lo que temí inmediatamente que hice la primera curación fue (como era muy natural) la peritonitis y ella indudablemente hubiera sobrevenido si (como en otros tiempos se hacía) hubiera yo lavado el intestino con vino, que no hubiera sangrado, y que en vez de bebidas gomosas, hubiera administrado tónicos y antiespasmódicos, entonces la enferma hubiera sucumbido, pues desde los primeros días amenazaba la peritonitis y cuales hubieran sido sus consecuencias. Cedió el mal a un tratamiento enérgicamente antiflogístico y no fue necesario usar del mercurio al interior y al exterior. La robustez de la enferma, su valor a toda prueba y sobre todo su docilidad a todo lo que yo le ordenaba contribuyeron mucho al buen éxito de la curación, pues de lo contrario acaso nada se

hubiera conseguido". Estas observaciones de gran valor nos explicitan la lógica para el diagnóstico y el tratamiento a seguir. Medicina milagrosa podríamos decir, cuando hoy día, todos estos casos se tratarían en quirófano de urgencias, con un equipo quirúrgico adecuado, con la asistencia de ayudantes y enfermeras, luego pasaría el enfermo a sala de cuidados intensivos hasta que finalmente llegara a su cuarto en donde lo atenderían, bien o mal, las enfermeras de piso. Y el bueno del doctor Falcón prácticamente sin ayuda, sin quirófano, con su maletín que contenía todo el instrumental de la sala de operaciones salva, a esa mujer. Épocas de la medicina heroica que hacían que el galeno actuara en las circunstancias más adversas, con lo más rudimentario, que tenían que preparar sus propias medicinas y cuidar, como acabamos de ver, personalmente del paciente. Si bien el contenido general de este documento es de sí importante, los casos particulares gozan de un encanto singular, ya que en ellos vemos al paciente, sus dolencias, los tratamientos y la salud o la muerte y poseen un aire tan personal que acaba uno creando una empatía con el médico, el paciente y el caso.

Las observaciones del Doctor Falcón de las enfermedades son por demás interesantes, ya que toca dolencias que para nosotros resultan desconocidas y que actualmente ya no se oyen nombrar, como la alferecía, el cólico miserere, la anafrodisia, el coqueluche, el corea o mal de San Vito, la tisis, catarro pulmonar, jiones, panarizo, gota serena, anasarca, garrotillo, coriza o romadizo entre otras. Entre los remedios que cita, hay algunos que siguen teniendo el mismo principio químico que hoy día conocemos y otros que nos resultan completamente novedosos en su aplicación; entre las plantas que menciona tenemos: Chirimoya, mandrágora, toloache, flor de muerto, valeriana, ipecacuana, raíz de begonia, tabaco, romero, carrizo machacado, esparto, granada, semillas de acacia, jicama, yerbabuena, dalia, manzanilla, diente de león, hierba de la princesa, flores de naranjo, flores de durazno, chautle, salvia, marrubio, mostaza, ruibarbo, canchalagua, doradilla, lechuga, chicoria, nenúfar y agnus castus, entre otras que son del dominio común y cuya aplicación, hoy día, sigue siendo la misma.

A las enfermedades a las que dedica más información son las epidémicas, el cólera es un ejemplo de ello. Según la época, el cólera era una enfermedad recurrente cada 11 años y cada 4 años. La epidemia, según el insigne científico don Francisco Díaz Covarrubias, dependía de las manchas solares. "Las manchas solares, como se sabe, están sujetas a dos periodos de aparición, uno de 11,11 años, próximamente, que corresponde a su *mínimum*, y otro de 4,77 años después de cada *mínimum*, que corresponde al *máximum*. Ahora, Jenkins hizo notar que: las máximas y las mínimas de las manchas solares corresponden a las máximas y las mínimas del cólera."¹⁹ Según estos pronósticos en el año 2000 se tendría otra epidemia. Falcón no ajeno a las teorías de su época, también nos adelantó sus conclusiones:

"He reunido datos y resulta que: en el año de 1833, del primer cólera que invadió a la capital murieron de cólera once mil; en el año de 1850, murieron: siete mil, y en el año de 1854, murieron tres mil, esto es, en cada invasión cuatro mil menos".²⁰

Los métodos para combatir esta mortal epidemia fueron muchos y muy variados, lo que nos indica que ninguno fue el efectivo. Estos remedios iban desde el aceite de lavanda; las cucharaditas de ron o aguardiente; el arroz tostado con cuerno de ciervo; el carbonato de sosa con agua de yerbabuena y láudano; linaza, almidón y agua; pimienta de Cayena con esencia de yerbabuena y alcanfor, hasta los baños y los ungüentos; en total sumaban veinte, de los cuales no se hacía uno. La enfermedad albergaba en sí pocas esperanzas, y lo que se hacía para aliviar la triste condición del enfermo era puro requisito, quizá nomás para decir que: "Se le hizo la lucha", y la consulta no se fuera en blanco.

EL DOCTOR PEDRO RANGEL Y LA BITÁCORA

"La suya es la generación que, aferrándose a los principios formales del método positivo, siente la obligación de plasmarlo en hechos concretos, de demostrar su consistencia, su operabilidad; que insensiblemente lo va trocando de método puramente intelectual en método experimental."

Francisco Flores, *Historia de la medicina en México*, vol. 1, p. LXII.

Las bitácoras del Doctor Falcón durmieron el sueño de los justos, entre el polvo y el abandono en el consultorio que fuera del Dr. Pedro Rangel Alcántara, médico del pueblo de Mixcoac, el que al morir las dejó como parte de su acervo bibliográfico personal. Ahí estuvieron hasta que un día el techo del consultorio colapsó y fue entonces cuando su hijo, el Dr. Pedro Pablo Rangel y Navas pidió a su nieto Dr. Carlos Roberto Rangel Vadillo, recogiera los libros que habían sido de su padre y que los conservara en aras de la profesión que los tres tenían. Así, entre basura, excremento de paloma, tierra, vigas apolilladas, ratones y cucarachas fueron saliendo uno a uno los textos que pertenecieron al primero de los doctores Rangel, y así aparecieron los libros, el viejo escritorio de cortina, parte del instrumental médico, una vitrina de estilo eduardiano con un esqueleto articulado, -de nombre Atanasia-, con el que convivieron más de una generación de Rangeles que pasaron por la calle de Romeritos y Cuauhtémoc, -hoy Fragonard e Irene Paz- en el pueblo de Mixcoac.

El año de 1848, México firmó los Tratados de Guadalupe Hidalgo con los que perdió los territorios de California, Arizona, Nuevo México, Colorado y Texas. "Una vez aprobado el Tratado, Manuel de la Peña y Peña abandonó la presidencia y el Congreso eligió al general José Joaquín Herrera, quien tomó posesión el 3 de junio de 1848 y se estableció en Mixcoac mientras las tropas americanas evacuaban la ciudad. El 15 de junio los poderes federales volvieron a la ciudad de México."²¹ Ese mismo

¹⁹ Flores, *Op. cit.*, vol. III, p. 280.

²⁰ Falcón, *Op. cit.*, p. 315.

²¹ De Gortari Rabiela, Hira y Regina Hernández Franyuti, *La ciudad de México y el Distrito Federal. Una historia compartida* México. DDF- Instituto Mora, pp 28-29

año, el 25 de septiembre, nació Pedro Rangel Alcántara, sus padres originarios de Puebla fueron don Agustín Rangel Toledo y doña Concepción Alcántara²², directora de una escuela que, debido a las disposiciones de instrucción pública que implantó Benito Juárez durante su último periodo, en que estableció que los maestros y directores de escuelas que carecieran de los papeles que estipulaba la ley y que los acreditara como maestros, iban no sólo a perder su trabajo, sino también la casa en donde habitaban, ya que en aquel entonces a los directores de escuela se les proporcionaba casa habitación. Doña Concepción que carecía de dichos documentos legales, se encontraba desesperada, pues el plazo estipulado llegaba a su final; así, pidió al Santo Niño Perdido su ayuda para conservar empleo y casa:

*"Niño perdido, Niño gracioso
A pedirte vengo como generoso
Que esta pena que tengo
Me la vuelvas gozo"*²³

Solicitó el favor toda la noche, al día siguiente se despertó con la noticia de que Juárez había muerto, a lo que doña Concepción exclamó jubilosa: ¡Milagro del Niño Perdido! La señora conservó su profesión, su casa y tiempo después hasta logró su jubilación.²⁴

El hijo de doña Concepción y don Agustín fue bautizado como Pedro Francisco de Paula Rangel Alcántara, aunque firmaba en un principio como Pedro Rangel, sin embargo, cambió su nombre a Pedro Pablo, cuando un ilustre bandolero homónimo de él, comenzó a ser aparato publicitario y noticia en los diarios. Y un conocido del doctor le dio por recortar de los periódicos cuanta nota salía del tristemente celebrado ladrón, y enviárselas al galeno, con el afán, evidentemente, de molestarlo. Entonces, el doctor, decidió adoptar a san Pablo que se celebraba el mismo día de san Pedro, y con esto evitar la coincidencia con el amigo de lo ajeno.

La infancia y juventud de nuestro biografiado transcurrió durante los años más críticos de la historia de México, pues abarcó los últimos periodos de actividad política de Santa Anna, los gobiernos de Juan Álvarez, Ignacio Comonfort, Benito Juárez, Zuloaga, el imperio de Maximiliano y la restauración de la república. Sus años universitarios coincidieron exactamente con el último gobierno de Juárez y los primeros años del Licenciado Sebastián Lerdo de Tejada.

Estudió en la Escuela de Medicina de la Universidad, cuando el año de 1868, el presidente Juárez: "...ordena, de acuerdo con la Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal, que la carrera de medicina se curse en cinco años." Siendo el director de la Escuela el eminente Dr. Leopoldo Río de la Loza, impulsor de las cátedras de física y química, y como secretario Luis Martínez del Villar. Para el año de 1869 se estableció como requisito de la escuela la presentación de tesis. "El tema escogido para la tesis manuscrita o impresa del alumno, no podía ser cambiado 'si no por muy justas razones', teniendo que registrarse en la Secretaría de la Escuela al realizar la inscripción al último año de estudios." Así, la formación médica bajo la que estudiaron estas generaciones fue la del positivismo, cuyo más grande impulsor en México fue el doctor Gabino Barrera y sus alumnos Porfirio Parra y Luis E. Muñoz. Pedro Rangel obtuvo su título de médico cirujano el año de 1874 con la tesis en obstetricia: Distocia por malas presentaciones y manera de corregirla, dirigida por el Dr. Juan María Rodríguez.²⁵ Si bien sus padres no eran gente de recursos, tal vez el haber tenido a una madre dedicada al magisterio, sirvió para que Pedro, con gran tenacidad y esfuerzo, concluyera sus estudios de medicina, ya que había veces que estudiaba hasta debajo de los faroles de la calle.²⁶

²² Datos proporcionados por las señoras Carmen y Susana Juambelz Rangel el día 21 de febrero de 1999.

²³ Datos proporcionados por la Maestra Ma. Antonieta Regangnon el día 27 de febrero de 1999.

²⁴ Archivo personal de Pedro Rangel Municipio de Mixcoac. Recibo de la pensión de doña Concepción Alcántara, por \$30.00 mensuales. 1 f. 10 de junio de 1899

²⁵ Castañeda, Carmen (Coord.). *Catálogo de tesis de medicina del siglo XIX*, México: CESU-UNAM, 1988, p. 20

²⁶ *Ibid*, p. 18.

²⁷ *Ibid*, p. 28.

²⁸ Datos proporcionados por el Sr Javier Gutiérrez Beteta. 2 de marzo de 1999.

Don Pedro casó en primeras nupcias con Consuelo Chapela, aproximadamente el año de 1881, con la que tuvo una hija: María Rangel Chapela, quien nació en 1882. Radicaron en el centro de la ciudad en los altos de la Botica de Nuevo México, que era del señor Benjamín Liz, compadre del doctor; el establecimiento se encontraba en las calles de Artículo 123, entre Dolores y José María Marroquín. En aquel entonces las boticas siempre contaban con un consultorio médico. La botica no sólo era el expendio de medicinas, sino la antesala de la visita médica, el punto de reunión para la compra de perfumería y esencias o la compra de bolitas de naftalina para que no se apolillara la ropa. "Había en las boticas de mis tiempos —escribió Guillermo Prieto— la piadosa costumbre de dar medicinas gratis a los pobres, mientras duraba el toque de las ánimas a las ocho de la noche. Entonces eran los pedidos de ungüento amarillo para un grano, agua cefálica para las muelas, tripa de judas, aquilón gomado, cuernecillo para los alumbramientos, cuerno de ciervo, flor de ganado; sin que dejara de obsequiar el galante farmacéutico a las muchachas bonitas y los niños con trocitos de azúcar cande o con codiciados tamarindos, con un puñito de alhucema para sahumar la ropa o unos trocitos de muñtle, salvia para evitar el insulto a un abuelo. Por último, el boticario era al médico lo que el dependiente de juzgado o tinterillo al licenciado. Recibía consultas, enderezaba entuertos, se iniciaba en secretos, disfrazaba deslices, y al niño chico y la niña con sueño y desgano, la esposa estéril, el fraile destanteado y el tenebroso beato, tenían su tesoro en las confidencias y drogas del boticario."²⁹

El matrimonio Rangel Chapela duró poco tiempo ya que Consuelo enfermó de tuberculosis, y a pesar de los medicamentos y la alimentación rica en lácteos tuvieron que tomarse medidas más radicales y buscar un clima más sano para la paciente, que aliviara su condición en un ámbito más saludable, y como a la ciudad de México le "llegaba el perfume de las flores de Tacubaya, de Mixcoac y de San Ángel

hasta el centro de la capital."³⁰ Don Pedro decidió mudar a su mujer a Mixcoac y para ello, compró al Sr. José Banderas, que era dueño de casi todo el pueblo, un lote de media manzana en lo que fueron los maizales de San Nicolás, en donde construyeron una casa en la calle de Cuahutémoc núm. 68. Ahí se trasladaron para que Consuelo se recuperara con aires bondadosos. En aquel entonces este poblado contaba con la cabecera que llevaba el mismo nombre y los barrios de San Juan Maninltongo, Santa Cruz Tlacoquemeca, la Candelaria, Tecoyotilla, Atepuzco, Actipan, la hacienda de San Borja, que pertenecía también a los Banderas, los ranchos de Castañeda y San José, y el molino de Rosas. Este pueblo, al igual que Tacubaya, San Ángel y Tlalpan fue un lugar de veraneo, que se caracterizó por las grandes casonas, los sembradíos, las muchas ladrilleras, entre las que destacaban las del Seboruco y la Guadalupeana, lo fresco y saludable de su clima y las muchas huertas, pues "había muchos árboles de peras, manzanas, moras y venían a comprar flores de allá del centro".³¹ Sin embargo, el acceso al pueblo era de caminos de terracería, que con la menor lluvia se hacían prácticamente intransitables.

No obstante el cambio a esta población, el fatal desenlace de Consuelo no tardó en sobrevenir. Don Pedro quedó viudo y con una niña. Poco tiempo después entabló noviazgo con Ana María Navas y Domínguez, que era de una familia radicada en Tlalpan que se dedicaban al cultivo del maguey pulquero. Esta relación de un hombre de 45 años con una muchacha de 29 fue muy mal vista por doña María Domínguez de Navas, descendiente del ilustre regidor de Querétaro, don Miguel Domínguez. La oposición de la madre de Ana María a este matrimonio fue definitiva, ya que la muchacha estaba destinada a cuidar a su progenitora; sin embargo, en octubre de ese mismo año, falleció dicha señora y un mes después, el 22 de noviembre de 1890, don Pedro y Ana María³², se casaron, ella de tute riguroso, salvo el blanco ramo de azahares. Y se fueron a vivir

²⁹ De Gortari, Hira y Regina Hernández (comps.) *Memoria y encuentros: La ciudad de México y el Distrito Federal (1824-1928)*, vol. III, p. 252.

³⁰ Pensado, Patricia y Leonor Correa. *Mixcoac un barrio en la memoria*, México, Instituto Mora, 1996: p. 19.

³¹ *Ibidem*.

a Mixcoac, en donde habitaron los cuartos bajos de la casa, mientras la adaptaban a sus necesidades.³³

En este ambiente campestre comenzó a crecer la familia Rangel Navas, los nueve hijos que nacieron de esta unión fueron: Ana, Concepción, Pedro Pablo, Agustín, Francisco, Víctor, Carmen, Guadalupe —que murió de meses— y Alfonso.

La estancia del doctor en el pueblo de Mixcoac fue definitiva, para él y para el poblado, ya que su vida como científico se vio complementada con su actividad política. En 1892 fue invitado a participar en la Comisión de panteones del pueblo, por el entonces presidente Municipal, Tomás Reyes Retana, y un año después fue electo regidor de aguas y encargado de todo el problema que causaba el abasto del líquido a la población, trabajo que le llevó bastantes años y que comenzó con los pleitos del dueño de la hacienda de San Borja, sobre los derechos del agua de la presa de Mixcoac. Posteriormente se vio la necesidad de entubar el agua y don Pedro también fue parte importante de este proyecto. En 1894 fue miembro del proyecto que se encargó de reglamentar el alumbrado de faros, que en 1900 cambió al alumbrado eléctrico que también tocó al Dr. Rangel. En 1895 tramitó y reglamentó la construcción del rastro municipal. Y para 1900, el poblado de Mixcoac adquirió un terreno para la construcción del mercado en el barrio de Atepujco. La primera piedra la colocó el Capitán primero de ingenieros y Jefe del estado mayor presidencial, Félix Díaz, firmaron el acta el Presidente Municipal Patricio L. León, y Pedro Rangel como testigos. Al mercado se le llamó Félix Díaz y fue construido por el con-

tratista Ricardo Carlos Bateman. Para 1903, Mixcoac, “quedó ya como municipalidad independiente de Tacubaya, según la Ley de Organización Política y Municipal del Distrito Federal, conservando los límites señalados pocos años antes.” En 1901 tramitó nuestro biografiado la construcción de terraplenes para el paso del tranvía. En 1903 viajó a San Louis Missouri representando a la Delegación mexicana que asistió a la Exposición mundial, y ese mismo año fue electo Concejal y ratificado en su cargo por el presidente de la República, general Porfirio Díaz, función que desempeñó hasta 1908, en que fue electo Presidente Municipal, cuando precisamente. “la urbanización moderna empezó a darse...cuando se inició el fraccionamiento de la colonia del Valle en los terrenos de ranchos antiguos como el de Los Amores.” Entre las tareas que desempeñó en su cargo, le tocó la instalación del alumbrado de la fachada del Palacio municipal, y seguir tramitando el abasto de agua a los vecinos; la preparación y participación de los festejos para el centenario de la independencia. Empedró las calles del poblado utilizando como mano de obra a los reos de la prisión y reforestó con truenos la zona, algunos de los cuales aún sobreviven hasta nuestros días, y que todavía recuerdan los vecinos: “Había una característica que me encantaba en las calles de San Juan, Rodin, Millet, Rubens, Holbein, Fragonard: estaban cubiertas de árboles de trueno, y en este tiempo era un olor maravilloso, porque cuando se moja la florecita blanca del trueno al llover, despiden un olor muy bonito.”³⁶

Don Pedro, conservó siempre su consulta en la Botica de Nuevo México, así que diariamente se transportaba de Mixcoac a la ciudad de México, pues ya se había acreditado como médico de la capital y su consulta siempre lo esperaba. Como médico atendió a las religiosas que vivían en el poblado: como las reparadoras, teresianas, concepcionistas, y a los padres de la iglesia de san Juan. Con esto decía: “Pagaba el diezmo”, ya que no les cobraba un centavo. No

³²Las versiones sobre este matrimonio son contradictorias entre los informantes. Una de ellas dice: Eran novios desde la infancia, hecho difícil por la diferencia de edad entre ambos. Otra versión dice que la madre de Ana María, en el lecho de muerte, le pidió al doctor Rangel se casara con su única hija para que no quedara desamparada. Y la última versión es la que citamos en el texto, la verdad es que el doctor viudo y con una hija de 6 o 7 años necesitaba una madre para la niña y una esposa para él.

³³Datos proporcionados por la Srita. María Antonieta Regagnon. 27 de febrero de 1999.

³⁴ Pensado, Patricia, *Op. cit.*, p. 18.

³⁵ *Ibidem*

³⁶ *Ibid*, pp. 19-20

obstante ser juarista³⁷, su religión fue la católica, y lo demostró cuando la persecución religiosa, en que abrió las puertas de su casa para que ahí enseñaran las religiosas que habían sacado de su convento. Y una hija suya, Ana casada con Antonio Regagnon las asiló en su casa. Según testimonio de Ángel Hernández vecino de Mixcoac: "Había muchos hombres también, muchos que dijeron: 'Vamos a cuidar que no se lleven a nuestras monjitas, que no toquen el colegio, no tienen que molestarlas'. Y al grito de: ¡Viva Cristo Rey! Sacaban lo que llevaba: pistola o puñales grandes, armas de filo."³⁸ Este capítulo de la historia se vivió muy intensamente en Mixcoac, debido a la cantidad de conventos y al arraigo de las religiosas.

Además de su profesión de médico y político, fue cronista taurino y firmaba con el pseudónimo de P. Drín. Y era bastante leído y comentado entre los aficionados a la tauromaquia. Su filiación política fue la porfirista ya que fue socio del Círculo porfirista de Mixcoac, y como médico, miembro fundador con el número 5 de la Asociación Médica Mexicana. Mantuvo estrecha amistad con el Dr. Vértiz, Porfirio Parra, Eduardo Liceaga, Dr. Lucio, con Guillermo Prieto tenía un vínculo tan estrecho que el ilustre escritor lo trataba de hermano³⁹. Entre sus pacientes y amigos estaban el industrial Carlos B. Zetina, don Pedro Rincón Gallardo, Gobernador de la ciudad de México, Rodrigo Limantour, hermano de José Yves Limantour, Secretario de Hacienda, Felipe Martell, dueño de las casas de juego de Tacubaya, Marte R. Gómez, Ignacio Banderas, todos ellos habitantes permanentes o temporales de Mixcoac.

Murió don Pedro, el 6 de mayo de 1934, a la edad de 86 años. La historia del doctor Rangel abarcó toda una época de la historia mexicana, desde Santa Anna hasta Lázaro Cárdenas, una vida dedicada a su profesión, a cumplir al pie de la letra su juramento Hipocrático, velar por su familia, sus pacientes y por el bienestar del pueblo de Mixcoac.

La Bitácora del Dr. Falcón le pudo haber llegado por varios caminos: el primero, y por el que más nos inclinamos, fue que recibió parte de los libros que fueron de la biblioteca del Dr. Nicolás Ramírez de Arellano, entre los que llegaron tesis impresas y autografiadas a este médico por el Dr. Liceaga, la colección completa de Gacetas médicas desde 1869. Otra fue que algún paciente se los regalara como agradecimiento o como un libro que a él no le valía gran cosa, que lo comprara o que lo recibiera en pago de una consulta. ¿Cómo fue a dar ahí? Lo ignoramos, el caso es que ahí se conservó gracias al lema familiar, "Todo se aprovecha y nada se desperdicia", y para el año de 1972, cuando se desplomó el techo del consultorio, el único hijo médico del Dr. Rangel, Pedro Pablo, regaló esta valiosa biblioteca a su nieto, también médico, para que salvaguardara la memoria galénica de su antecesor. Así esta bitácora ha pasado de mano en mano y se ha conservado, gracias a que siempre ha existido ese celo profesional de que las cosas de un médico queden en manos de otro.

³⁷ Las versiones de los entrevistados se contradicen mucho. Parte de la familia dice que no era juarista de corazón; tanto así, que tenía un retrato de Benito Juárez, que ahora se encuentra en casa de uno de sus hijos.

³⁸ Pensado, Patricia. *Op. cit.*, p. 77.

³⁹ Archivo Pedro Rangel Alcántara. Municipio de Mixcoac. Foto autógrafa dedicada a Pedro Rangel por Guillermo Prieto, que dice: "A mi hermano Pedro Rangel". Guillermo Prieto. México, 28 de noviembre de 1885.

Control adaptable utilizando Redes Neuronales Artificiales Polinomiales

E. Gómez-Ramírez

Universidad La Salle, Jefe del Área de Ingeniería y Tecnología
<egomez@aldebaran.ci.ulsal.mx>

A. S. Poznyak

CINVESTAV-IPN, Sección de Control Automático,
Av. IPN 2508 AP 14-740, CP 07000, México D.F., México.
<apoznyak@ctrl.cinvestav.mx>

R. Lozano

Université de Compiègne
Centre de Recherches de Royallieu BP 20529, 60205 Compiègne Cedex France.
<Rogelio.Lozano@hds.utc.fr>

RESUMEN

Existen en la literatura de Control Adaptable, diferentes procedimientos en los que es posible identificar un sistema lineal. El problema fundamental es que una cantidad importante de fenómenos de la vida real son de tipo no lineal y no es tan sencillo el modelar este tipo de dinámicas.

En este trabajo se presenta una forma de identificar sistemas no lineales utilizando las propiedades de las Redes Neuronales Artificiales y las técnicas de Algoritmo Genético en la optimización de su arquitectura. Adicionalmente se presenta una técnica novedosa de control adaptable para cancelar la dinámica no lineal del sistema y colocar los polos en el punto de operación deseado. Se presenta el comportamiento del algoritmo para el caso lineal y no lineal y finalmente se analiza la importancia teórica y operacional de estas técnicas.

Palabras clave: Sistemas no lineales, Redes Neuronales Artificiales, Algoritmo Genético, Arquitectura, Control Adaptable.

ABSTRACT

In Adaptive Control Theory exists different procedures to identify a linear system. The fundamental problem is that in the real world many systems are not linear and it is not easy to obtain the mathematical model.

In this work, an identification procedure for a non linear system is presented using the properties of Artificial Neural Networks and Genetic Algorithm to optimize the architecture of the network. A new technique of Adaptive Control to cancel the non linear dynamics of the system is proposed to set the poles of the system in a desire position. The behavior of the algorithm for the linear and non linear case is presented with the analysis of the theoretical and operational importance of these techniques.

Keywords: Non linear system, Artificial Neural Networks, Genetic Algorithm, Architecture, Adaptive Control.

INTRODUCCIÓN

Para aplicar un controlador es muy importante conocer la dinámica del sistema. Por esta

razón es necesario identificar la mejor forma posible el modelo matemático de la planta o al menos conocer la relación entre variables internas, salidas y entradas. Actualmente existen

alternativas del área de Control Inteligente (1) que intentan sustituir este paso por el conocimiento de algún experto y modelar ciertas relaciones de la dinámica. Específicamente la lógica difusa (2) por medio de reglas mapea este conocimiento para encontrar cuál es la relación de control para cada caso. También existen otras herramientas como las Redes Neuronales Artificiales (3) que pueden aprender la dinámica de la planta e inclusive la de un controlador que modifique la respuesta de la planta a ciertas características deseadas.

Estas técnicas de aprendizaje de la dinámica de un sistema han competido y compartido campos y algoritmos con el área de control adaptable (4). Esta área ha tenido gran auge por ser una aproximación sistemática para el ajuste automático de los parámetros del controlador en tiempo real. Este ajuste puede depender del conocimiento de la dinámica, de un modelo identificado de la planta, o simplemente puede adaptarse a los cambios del sistema dependiendo de su interacción con el medio.

En este artículo se presenta una combinación de Redes Neuronales Artificiales Polinomiales con técnicas de control adaptable y su uso para sistemas lineales y no lineales.

CONTROL ADAPTABLE

Las incertidumbres y variaciones de los parámetros de procesos hacen que el desempeño de los sistemas de control se reduzca. Una de las alternativas para reducir estas perturbaciones y oscilaciones sobre las variables de control es la retroalimentación. De tal forma que si es posible encontrar el valor de estas perturbaciones, *alimentan* al controlador para ser canceladas y obtener un apropiado comportamiento de nuestro control. Un concepto necesario para cuantificar el buen funcionamiento de un sistema es el Índice de Desempeño (ID). Este indicador es una medición del comportamiento del sistema; se compara con el ID deseado y la diferencia es introducida al mecanismo de adaptación. Este mecanismo actuará sobre los parámetros del controlador para modificar el desempeño del sistema.

Definición 1

Un sistema de control adaptable mide cierto ID del sistema de control utilizando las entradas, los estados, las salidas y las perturbaciones conocidas. De la comparación del ID medido y del deseado, el mecanismo de adaptación modifica los parámetros ajustables del controlador y/o genera un control auxiliar para mantener el ID del sistema de control lo más cercano posible al deseado.

Un Sistema de control adaptable puede ser visto como un sistema jerárquico de dos niveles donde:

- El Nivel 1 es un Control Retroalimentado Directo
- El Nivel 2 es el Lazo de Adaptación

En la práctica frecuentemente se tiene un tercer nivel de supervisión, el cual decide si las condiciones cumplen con las características de operación del lazo de adaptación.

Existen varios esquemas utilizados en Control Adaptable como:

- Control Adaptable de Lazo Abierto
- Control Adaptable Directo
- Control Adaptable Indirecto

Control Adaptable de Lazo Abierto

Este Mecanismo de control es una simple tabla de relaciones entrada-salida almacenada en la computadora, la cual define los parámetros de control para un conjunto de mediciones del medio. Esta técnica considera la existencia de una relación definida entre algunas variables que caracterizan el medio y los parámetros del modelo de la planta. Utilizando esta relación es posible reducir los efectos de la variación de los parámetros sobre el desempeño del sistema, modificándolos dependiendo de las condiciones.

Control Adaptable Directo

En este control los parámetros dependen directamente de la especificación del desempeño deseado del lazo de control. Este desempeño puede depender de un modelo de referencia con las características dinámicas deseadas. De tal forma que el diseño del controlador debe cumplir que:

- El error entre la salida de la planta y la salida del modelo de referencia sea igual a cero para condiciones iniciales idénticas
- Cualquier error inicial desaparezca con cierta dinámica.

Cuando no se conocen los parámetros de la planta o éstos son variantes en tiempo, y se desea mantener el ID deseado, es necesario utilizar un esquema de control adaptable conocido como Control Adaptable con Modelo de Referencia (Model Reference Adaptive Control, MRAC). Este esquema se basa en la observación de que la diferencia entre la salida de la planta y la salida del modelo de referencia es una medición entre el desempeño real y el deseado. Esta información es utilizada por el mecanismo de adaptación para directamente ajustar los parámetros del controlador en tiempo real para forzar asintóticamente el error a cero. Este modelo es el prototipo básico del Control adaptable directo. En la Figura 1 se puede observar el diagrama para un sistema lineal aplicando un control adaptable directo.

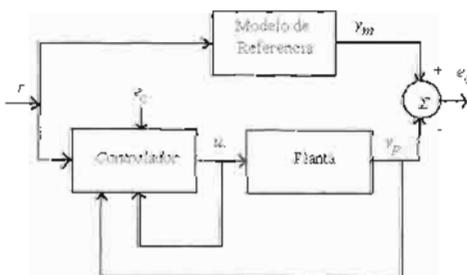


Figura 1 Control Adaptable directo

Los esquemas de Control Adaptable Directo se obtienen principalmente de las siguientes dos formas:

- Definiendo una ecuación para una señal de error (error de adaptación), la cual es una función de la diferencia entre los parámetros sintonizados del controlador y los parámetros actuales
- Utilizando una aproximación de un control adaptable indirecto con un predictor adaptable de la salida de la planta reparametrizada, en términos de los parámetros del controlador, y forzando la salida del predictor adaptable para seguir exactamente la trayectoria deseada.

Control Adaptable Indirecto

Este esquema es denominado indirecto debido a que utiliza los siguientes pasos:

1. Estimación en línea de los parámetros de la planta y posteriormente,
2. Cálculo en línea de los parámetros del controlador utilizando la estimación del modelo de la planta.

Este sistema de control ofrece una gran variedad de combinaciones de leyes de control y de técnicas de estimación de parámetros, debido a que es posible escoger en principio cualquier sistema de estimación de parámetros con cualquier estrategia de control. En la Figura 2 se puede observar el diagrama correspondiente.

El problema esencial de un esquema de control adaptable es el asegurar la estabilidad del sistema de lazo cerrado. Para esto sería necesario un profundo y complejo análisis del controlador. Esto se puede reducir si se cumplen ciertas propiedades.

Uno de los esquemas de control adaptable indirecto más utilizados es el de Colocación adaptable de polos. En las siguientes secciones se describirá esta metodología para:

- Sistemas lineales de fase mínima.
- Sistemas lineales de fase no mínima.

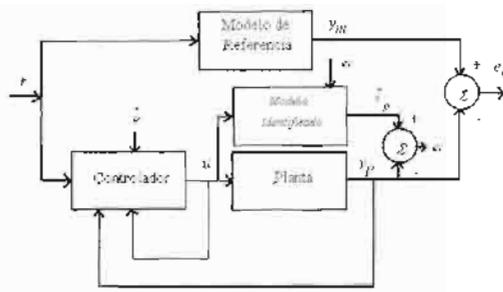


Figura 2 Control Adaptable Indirecto

Control de Sistemas Lineales de Fase Mínima en Tiempo Discreto.

Considérese el siguiente sistema como una entrada una salida (single input single output, SISO):

$$A(q^{-1})y_k = q^{-d}B(q^{-1})x_k \tag{Ec. 1}$$

donde: x_k es la entrada, y_k es la salida, q^{-1} es el operador de retardo, d es el retardo y

$$\begin{aligned} A(q^{-1}) &= 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_{n_2}q^{-n_2} \\ B(q^{-1}) &= b_0 + b_1q^{-1} + \dots + b_{n_1}q^{-n_1} \end{aligned} \tag{Ec. 2}$$

donde n_2 es el número de polos y n_1 el número de ceros del sistema. $B(q^{-1})$ es estable con $b_0 \neq 0$.

Considérese también que se cumple la siguiente relación:

$$C(q^{-1}) = A(q^{-1})S(q^{-1}) + q^{-d}R(q^{-1}) \tag{Ec. 3}$$

donde:

$$\begin{aligned} C(q^{-1}) &= 1 + c_1q^{-1} + \dots + c_{n_2+d-1}q^{-(n_2+d-1)} \\ S(q^{-1}) &= s_0 + s_1q^{-1} + \dots + s_{d-1}q^{-(d-1)} \\ R(q^{-1}) &= r_0 + r_1q^{-1} + \dots + r_{n_1-1}q^{-(n_1-1)} \end{aligned} \tag{Ec. 4}$$

.Con esta identidad polinomial se pueden calcular los valores de $S(q^{-1})$ y $R(q^{-1})$ para un valor determinado de $C(q^{-1})$.

Si se calcula $C(q^{-1})y_{i-d}$

$$\begin{aligned} C(q^{-1})y &= A(q^{-1})S(q^{-1})y + q^{-d}R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= S(q^{-1})A(q^{-1})y + q^{-d}R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= S(q^{-1})[q^{-d}B(q^{-1})x] + q^{-d}R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= q^{-d}[S(q^{-1})B(q^{-1})x + R(q^{-1})y] = q^{-d}y^* \end{aligned} \tag{Ec. 5}$$

$$y^* = S(q^{-1})B(q^{-1})x + Ry \tag{Ec. 6}$$

y si $C(q^{-1})=1$ entonces

$$y_{k+d} = B(q^{-1})S(q^{-1})x_k + R(q^{-1})y_k \tag{Ec. 7}$$

Esta ecuación describe el comportamiento de la salida del sistema en el tiempo $k+d$.



Figura 3 Esquema de Control Adaptable para Sistemas de Fase Mínima

Control de Sistemas Lineales de Fase no Mínima en Tiempo Discreto.

Considérese de igual forma que en el caso de fase mínima el siguiente sistema una entrada una salida:

$$A(q^{-1})y_k = B(q^{-1})x_k \quad (\text{Ec. 8})$$

donde: x_k es la entrada, y_k es la salida, q^{-1} es el operador de retardo, d es el retardo y

$$\begin{aligned} A(q^{-1}) &= 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_{n_2}q^{-n_2} \\ B(q^{-1}) &= b_0 + b_1q^{-1} + \dots + b_{n_1}q^{-n_1} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 9})$$

donde n_2 es el número de polos y n_1 el número de ceros del sistema. $B(q^{-1})$ es estable con $b_0 \neq 0$.

Considérese también que se cumple la siguiente relación:

$$C(q^{-1}) = A(q^{-1})S(q^{-1}) + B(q^{-1})R(q^{-1}) \quad (\text{Ec. 10})$$

donde:

$$\begin{aligned} S(q^{-1}) &= s_0 + s_1q^{-1} + \dots + s_{d-1}q^{-(n_1-1)} \\ R(q^{-1}) &= r_0 + r_1q^{-1} + \dots + r_{n_2-1}q^{-(n_2-1)} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 11})$$

donde: $n_3 = \max(n_1, n_2)$

Con esta identidad polinomial se pueden calcular los valores de $S(q^{-1})$ y $R(q^{-1})$ para un valor determinado de $C(q^{-1})$ donde $A(q^{-1})$ y $B(q^{-1})$ son primos en re si.

Si se calcula $C(q^{-1})y_{1+d}$

$$\begin{aligned} C(q^{-1})y &= A(q^{-1})S(q^{-1})y + B(q^{-1})R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= S(q^{-1})[B(q^{-1})x] + B(q^{-1})R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= B(q^{-1})[S(q^{-1})x + R(q^{-1})y] \end{aligned} \quad (\text{Ec. 12})$$

Si se propone la siguiente ley de control:

$$r = S(q^{-1})x + R(q^{-1})y \quad (\text{Ec. 13})$$

se tiene que:

$$C(q^{-1})y = B(q^{-1})r \quad (\text{Ec. 14})$$

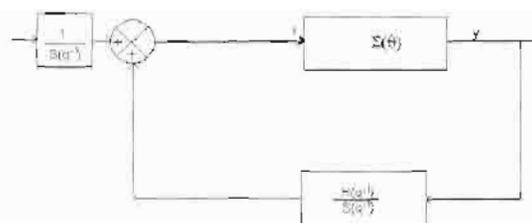


Figura 4 Esquema de Control Adaptable para Sistemas de Fase no Mínima

Control Adaptable con Redes Neuronales Artificiales

Como se mencionó anteriormente, en el control adaptable indirecto es posible utilizar cualquier algoritmo que cumpla con ciertas condiciones para la estimación del modelo de la planta. Las teorías y técnicas conocidas como RNA han demostrado su gran capacidad para este tipo de tareas. La característica más significativa de las RNA es su habilidad para aproximar cualquier función no lineal. Esta habilidad las ha colocado como una herramienta muy útil para el modelado de sistemas no lineales, la cual es muy importante en el diseño de controladores para este tipo de dinámicas (5)(6). Funahashi, Hornik y cols., Cybenko, Cotter (7-10) y Blum y Li, utilizando el Teorema de Weierstrass como base, demostraron que una función continua puede ser aproximada utilizando una red neuronal estática con una capa oculta. Otros autores han utilizado el teorema de Kolmogorov (11) para demostrar las capacidades de estas redes. Modelos estáticos y dinámicos han sido propuestos para identificar y controlar sistemas dinámicos con diferentes arquitecturas.

Un esquema muy utilizado para la identificación de una función no lineal es el que se presenta en la Figura 5.

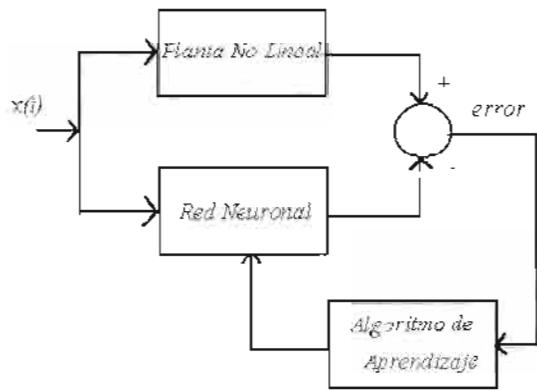


Figura 5 Esquema General de Aprendizaje para la Aproximación de una Función Utilizando Redes Neuronales

De forma similar a las secciones previas es posible desarrollar algoritmos de Control Adaptable con RNA. En la Figura 6 y Figura 7 se presentan dos esquemas de control adaptable directo e indirecto utilizando RNA (12)

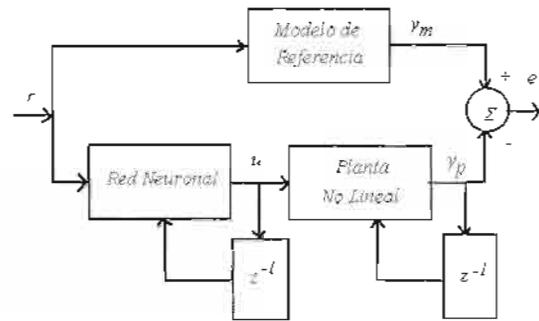


Figura 6 Esquema de Control Adaptable Directo de una Planta no Lineal Utilizando RNA

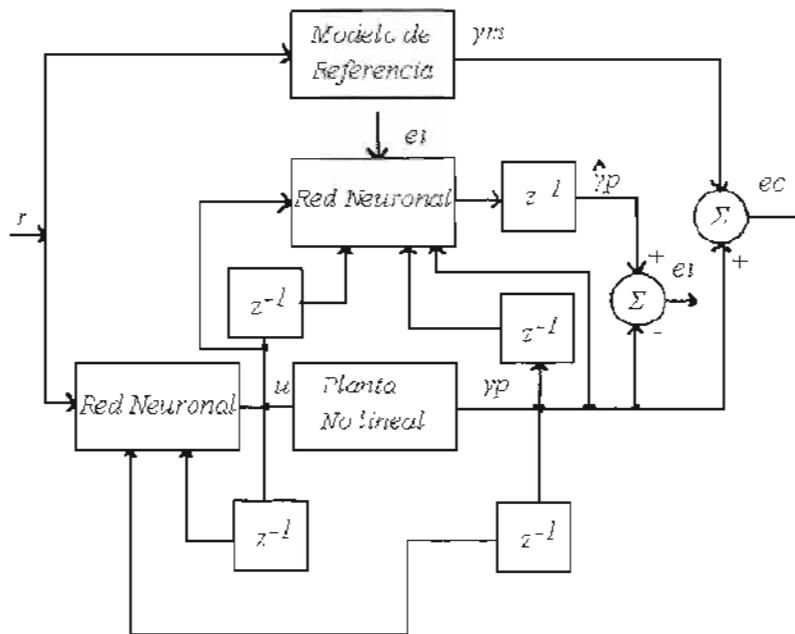


Figura 7 Control Adaptable Indirecto Utilizando RNA

Como se puede observar la estructura es muy similar a la utilizada para el caso lineal y en lugar de las ganancias lineales se coloca una red neuronal artificial.

Los bloques con z^{-1} representan los retardos de la señal. Uno de los algoritmos más utilizados para el entrenamiento de estas redes es el *backpropagation*. Como se puede ver en las figuras los datos de entrenamiento entrada-salida son generados directamente del sistema dinámico. En (12) se puede consultar la forma en que pueden ser aplicados para distintas plantas no lineales

Modelos NARMAX: Teoría

Algunos autores han considerado a los modelos NARMAX (13)(14) como una alternativa eficiente para la identificación de sistemas dinámicos no lineales (15)(16). En esta sección se describe lo que son estos modelos por la importancia que tienen en el área de identificación y por su similitud con las redes neuronales (17), en especial con las RNAP.

Considerando algunas suposiciones un sistema de control no-lineal discreto estocástico puede ser descrito mediante el modelo NARMAX (18):

$$y(t) = f \left[\begin{array}{l} y(t-1), \dots, y(t-n_y), u(t-1), \dots, \\ u(t-n_u), e(t-1), \dots, e(t-n_e) \end{array} \right] + e(t)$$

(Ec. 15)

donde $y(t)$, $u(t)$ y $e(t)$ son la salida, entrada y ruido del sistema respectivamente; n_y , n_u , n_e son los órdenes o valores anteriores máximos de la salida, entrada y ruido. En este caso $e(t)$ se supone que sea una secuencia blanca y $f()$ es alguna función no lineal. Este modelo se le denomina NARMAX por su semejanza con el modelo lineal:

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^{n_y} a_i y(k-i) + \sum_{i=1}^{n_u} b_i u(k-i)$$

(Ec. 16)

Descomponiendo $f()$ como un polinomio de grado L se obtiene la siguiente representación:

$$y(t) = \sum_{i=1}^{n_0} \theta_i x_i(t) + \varepsilon(t, \theta)$$

(Ec. 17)

donde:

$$n_0 = \sum_{i=0}^L n_i; \quad n_0 = 1,$$

$$n_i = n_{i-1} (n_y + n_u + n_e + i - 1) / i$$

$$i = 1, \dots, L$$

(Ec. 18)

$$\theta = (\theta_1, \dots, \theta_{n_0})^T$$

(Ec. 19)

Como se observa puede haber varias representaciones para un mismo sistema. Existen algunos casos particulares para representar $f(*)$ utilizando el modelo bilineal (17), modelo polinomial, etc.. Como se puede observar al igual que en RNA, es necesario definir las dimensiones máximas del modelo.

Este modelo fue propuesto por Leontaritis & Billings y puede tener una gran cantidad de representaciones, cada una con sus ventajas y desventajas dependiendo de la aplicación.

Los coeficientes de la Ec. 17 se obtienen por el método de mínimos cuadrados.

RED NEURONAL ARTIFICIAL POLINOMIAL

La historia de las RNA comienza con el trabajo de McCulloch y Pitts (19) planteando algunas ideas para modelar el sistema neuronal. Estos modelos biológicos han cambiado con los nuevos avances reportados en las neurociencias y la tecnología. Actualmente, se sabe que las conexiones sinápticas no solamente pueden

ser modeladas mediante una suma de la ponderación de las entradas (20). Los resultados muestran que algunas neuronas pueden modular, potenciar y ponderar la respuesta de otras neuronas (21). Esto significa que el modelo por neurona pudiera considerarse como una relación de multiplicación o potenciación. En la literatura se pueden encontrar algunos modelos que aprovechan estas ideas como: Las Redes Neuronales Polinomiales (RNP), (Polynomial Neural Networks, PNN) (22), Redes Neuronales de Orden Mayor (Higher Order Neural Networks, HONN) (23) y modelos con interconexiones no lineales. Este tipo de representación no es exclusiva de las RNA y se pueden consultar modelos similares matemáticamente en otras áreas, por ejemplo: el modelo NARMAX (24)(25), el Método de grupo para el manejo de datos (Group Method of Data Handling (GMDH) (26)(27) y las Aproximaciones Polinomiales (28)(29).

El modelo de RNAP propuesto puede ser descrito como:

$$\hat{y}_k = [\phi(x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{n_1,k}, x_{1,k-1}, x_{2,k-1}, \dots, x_{n_1,k-n_1}, \dots, y_{k-1}, y_{k-2}, \dots, y_{k-n_2})]_{\phi_{\min}}^{\phi_{\max}} \quad (Ec. 20)$$

donde: $\hat{y}_k \in \mathfrak{R}$ es el estimado de una función, es decir la salida de la red, $\phi(x,y) \in \mathfrak{R}$ es una función no lineal, $x_i \in X$ son las entradas, $i=1, \dots, n_1$; n_1 =número de entradas, $y_{k-j} \in Y$ son los valores anteriores de la salida, $j=1, \dots, n_2$, n_1 el número de retardos de la entrada, n_2 el número de retardos de la salida, X, Y son conjuntos compactos de \mathfrak{R} .

La función no lineal $\phi(z)$ está dada por:

$$[\phi(z)]_{\phi_{\min}}^{\phi_{\max}} = \begin{cases} \phi_{\max} & \phi(z) \geq \phi_{\max} \\ \phi(z) & \phi_{\min} < \phi(z) < \phi_{\max} \\ \phi_{\min} & \phi(z) \leq \phi_{\min} \end{cases} \quad (Ec. 21)$$

donde ϕ_{\max} and ϕ_{\min} son los límites máximo y mínimo respectivamente.

Para simplificar el manejo de la notación en las ecuaciones se va hacer un cambio de variable de tal forma que:

$$z = \{x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{n_1,k}, \dots, y_{k-1}, y_{k-2}, \dots, y_{k-n_2}\} \\ = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_{n_v}\} \quad (Ec. 22)$$

donde: n_v es el número total de elementos en la descripción z , es decir, el número total de entradas, valores anteriores y valores anteriores de la salida:

$$n_v = n_1 + n_1 n_1 + n_2 \quad (Ec. 23)$$

Entonces la función $\phi(z) \in \Phi_p$ pertenece a una familia de polinomios Φ_p que pueden ser representados:

$$\Phi_p(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) = \left\{ \begin{aligned} &\phi(z) : \phi(z) = a_0(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) + a_1(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) \\ &+ a_2(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) + \dots + a_p(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) \end{aligned} \right\} \quad (Ec. 24)$$

El subíndice p es la potencia máxima de la expresión polinomial, en tanto que los términos $a_i(z_1, z_2, \dots, z_{n_v})$ son polinomios homogéneos de grado total i , para $i=0, \dots, p$. Cada polinomio homogéneo puede ser definido como:

$$a_0(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) = w_0 \\ a_1(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) = w_{1,1} z_1 + w_{1,2} z_2 + \dots + w_{1,n_v} z_{n_v} \\ a_2(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) = w_{2,1} z_1^2 + w_{2,2} z_1 z_2 + w_{2,3} z_1 z_3 + \dots \\ \dots + z_1 z_{n_1} + \dots z_2^2 + \dots z_2 z_3 \dots + w_{2,n_2} z_{n_2}^2 \\ a_3(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) = w_{3,1} z_1^3 + w_{3,2} z_1^2 z_2 + w_{3,3} z_1^2 z_3 + \\ w_{3,4} z_1 z_2^2 + w_{3,5} z_1 z_2 z_3 + w_{3,6} z_1 z_3^2 + \dots \\ \dots z_2^3 + \dots z_2^2 z_3 + \dots z_3 z_3^2 + \dots + w_{3,n_3} z_{n_3}^3 \\ a_p(z_1, z_2, \dots, z_{n_v}) = w_{p,1} z_1^p + w_{p,2} z_1^{p-1} z_2 + \dots \\ \dots + w_{p,n_p} z_{n_p}^p$$

(Ec. 25)

donde w_{ij} corresponde al peso asociado a cada neurona. El término w_0 corresponde al *input bias* de la red. Este término tiene el mismo significado que el coeficiente cero de la transformada de Fourier, es decir, obtiene el promedio de la señal que se quiere estimar. El polinomio $a_1(z)$ corresponde únicamente a la ponderación lineal de las entradas. De $a_2(z)$ a $a_p(z)$ se representan los términos de modulación entre las entradas correspondientes y las relaciones de potenciación.

Como se puede observar, los términos utilizados a partir de z_i^2 permiten al algoritmo resolver el problema de paridad bidimensional que tenía el perceptrón. Esto es análogo al efecto de tener varias capas en una red neuronal tradicional.

El valor N_i corresponde al número de términos de cada polinomio homogéneo:

$$N_0 = 1, N_1 = n_p, N_2 = \sum_{i=1}^n i, N_3 = \sum_{s_1=0}^{n_1-i n_1-s_1} \sum_{i=1} i, \tag{Ec. 26}$$

$$N_p = \underbrace{\sum_{s_{p-2}=0}^{n_p-1} \dots \sum_{s_2=0}^{n_p-s_2} \sum_{s_1=0}^{n_p-s_1} \sum_{i=1} i}_{p-1}$$

La dimensión N_Φ de cada familia Φ_p puede ser obtenida de la siguiente forma:

$$N_\Phi = \sum_{i=0}^p N_i \tag{Ec. 27}$$

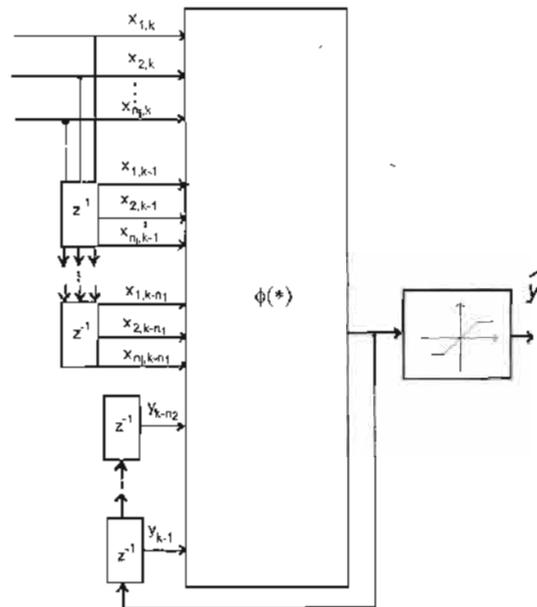


Figura 8 Esquema de RNAP

El modelo ARMAX es uno de los algoritmos más comunes para identificar sistemas dinámicos lineales. La RNAP con el parámetro $p=1$ puede ser considerada como un modelo ARMAX y con $p \geq 2$ como un modelo NARMAX. Una de las ventajas de RNAP, es que obtiene la representación óptima y es posible identificar la parte lineal y no lineal de un sistema dinámico. En las siguientes secciones se describe esto en detalle.

Aprendizaje de RNAP

Para introducir el aprendizaje en RNAP es necesario, primero, introducir algunos conceptos que serán utilizados en este artículo.

Definición 2

El error de aproximación de RNAP se define como:

$$\begin{aligned} err_n(y^n, \phi(z)) &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - \phi(z_k))^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - \hat{y}_k)^2, y^n = (y_1, y_2, \dots, y_n) \end{aligned}$$

(Ec. 28)

donde y_n es la salida deseada, $\phi(z_k) \in \Phi_p$ y n es el número de puntos.

Definición 3

El error óptimo está definido como:

$$\begin{aligned} \text{opterr}_n(y^n, \phi(z)) &= \min_{\phi \in \Phi_p} \text{err}_n(y^n, \phi(z)) \\ &= \text{err}_n(y^n, \phi_n^*(z)) \end{aligned} \tag{Ec. 29}$$

donde $\phi_n^*(z) \in \Phi_p$ es la estimación óptima de y^n .

Definición 4

La RNAP $\phi(z) \in \Phi_p$ aprende uniformemente la salida deseada con precisión ε si

$$\text{err}_n(y^n, \phi(z)) - \text{err}(y^n, \phi_n^*(z)) > \varepsilon \quad \varepsilon > 0$$

Después de describir estos conceptos ahora el problema del aprendizaje de RNAP consiste en encontrar la estructura de $\phi \in \Phi_p(z)$ que verifica esta desigualdad.

En la siguiente sección se aplica el uso de algoritmo genético para obtener el valor del arreglo W_b^T . Se presenta un algoritmo que obtiene la arquitectura óptima de la red mediante el uso de AG (30). Para lograr esto defínase un vector de componentes $M(z)$: utilizando la simplificación de (22):

$$\begin{aligned} M(z) &= \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_{m_1}, z_1^2, z_1 z_2, \dots \\ &\quad \dots, z_{m_2}^2, z_1^3, z_1^2 z_2, \dots, z_{m_2}^p\} \end{aligned} \tag{Ec. 30}$$

Entonces la función no lineal $\phi \in \Phi_p(z)$ descrita en la ecuación 24 puede ser representada como:

$$\phi = \langle W, M(z) \rangle \text{ donde } W = W_b \cdot W_b^T, \forall w_i^b \in \{0, 1\}$$

(Ec. 31)

donde $W = \{w_1, w_2, \dots, w_{N_\Phi}\}$ son los pesos de RNAP, W_b es un vector binario, y N_Φ se obtiene utilizando la ecuación 26.

Definición 5

El producto \cdot^* se define como.

$$W \cdot^* W_b^T = \begin{cases} w_j & \text{if } w_j^b = 1 \\ 0 & \text{if } w_j^b = 0 \end{cases} \tag{Ec. 32}$$

Por ejemplo, para W y W_b como:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} \end{bmatrix} \quad W_b = [1 \quad 0 \quad 1]$$

$$W \cdot^* W_b^T = \begin{bmatrix} w_{11} & 0 & w_{13} \\ w_{21} & 0 & w_{23} \\ w_{31} & 0 & w_{33} \end{bmatrix}$$

y para el caso vectorial:

$$[w_1 \quad w_2 \quad w_3 \quad w_4] \cdot^* [1 \quad 0 \quad 1 \quad 0]^T = [w_1 \quad 0 \quad w_3 \quad 0]$$

La ecuación 31 representa que ϕ solamente tiene términos específicos de Φ_p que pueden ser seleccionados por W_b de tal forma que la estructura óptima de RNAP ϕ^* puede ser calculada como:

$$\begin{aligned} \phi^*(z) &= \langle W \cdot^* W_b^T, M(z) \rangle = \langle W \cdot^* (W_b^T)^*, M(z) \rangle \\ &= \langle W, M(z) \cdot^* (W_b^T)^* \rangle \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{err}_n(y^n, \phi(z)) = \text{err}_n(y^n, \langle (W \cdot^* W_b^T), M(z) \rangle)$$

(Ec. 34)

$$\Rightarrow \underset{W'}{\text{opt err}_n(y^n, \phi(z))} = \underset{W'}{\text{opt err}_n(y^n, \langle\langle W' \rangle\rangle, M(z))}$$

(Ec. 35)

Utilizando las ecuaciones 31 a 35 el problema de aprendizaje para una estructura específica puede ser representado por un problema de optimización con los siguientes dos pasos:

$$\min_{W_b} \min_{W'} \text{err}_n(y^n, \phi(z)) \Big|_{W_b} \tag{Ec. 36}$$

donde $\text{err}_n(y^n, \phi(z)) \Big|_{W_b}$ es el error definido en la ecuación 28 para un valor determinado de W_b .

Los valores del parámetro W pueden ser obtenidos utilizando el método de mínimos cuadrados (31):

$$W|_{W_b} = \underset{W \in \mathbb{R}^N}{\text{arg min}} \text{err}_n(y^n, \phi(z)) \Big|_{W_b}$$

$$W|_{W_b} = \Gamma^N \sum_{k=1}^n y_k (M_b(z_k)) \quad M_b(z_k) = M \cdot W_b^T$$

$$\Gamma^N = \left(\sum_{k=1}^n M_b(z_k) M_b(z_k)^T \right)^{-1}$$

(Ec. 37)

o en su forma recurrente:

$$(W|_{W_b})_k = (W|_{W_b})_{k-1} + \Gamma_k M_b(z_k)^T [y_k - (W|_{W_b})_{k-1} M_b(z_k)^T]$$

$$\Gamma_k = \Gamma_{k-1} \cdot \frac{\Gamma_{k-1} M_b(z_k)^T M_b(z_k) \Gamma_{k-1}}{1 + M_b(z_k) \Gamma_{k-1} M_b(z_k)^T}$$

(Ec. 38)

Para este caso $N=N_\phi$ y el espacio de búsqueda tiene dimensión 2^N . En algunos casos considerando un valor fijo de p , n_1 , n_2 es muy probable que no se requiera de todos los elementos de $\phi(z)$ y como se describió en la sección anterior es posible seleccionar qué elementos se requieren para obtener una arquitectura o estructura óptima.

De esta forma el problema de aprendizaje puede ser traducido a obtener la óptima estructura de RNAP utilizando AG.

ALGORITMOS GENÉTICOS

Algoritmo Genético es un modelo de optimización que se encuentra basado en algunos de los mecanismos de evolución que se observan en la naturaleza. Este modelo de computación genética puede ser implementado con el uso de arreglos de bits o caracteres que representan los cromosomas. Aun cuando existen muchos trabajos acerca de cadenas de longitud variable y sobre otras estructuras, la mayoría del trabajo con Algoritmos Genéticos está enfocado hacia cadenas de longitud fija, si no es manejado de esta manera, el Algoritmo de Evolución que se está considerando será Programación Genética, la cual se enfoca hacia cadenas de longitud variable (32,33).

Cuando se implementa el Algoritmo Genético, usualmente sigue el siguiente ciclo (34,35):

- Generación de una población inicial de forma aleatoria.
- Evaluación del más apto o alguna función objetivo de todos los individuos que pertenecen a la población.
- Creación de una nueva población debido a la ejecución de operaciones como recombinación (crossover) y mutación sobre los individuos de donde el más apto o el valor mejorado fue medido.
- Eliminación de la población original e iteración, utilizando la nueva población hasta que el criterio de terminación sea cumplido o se haya llegado a cierto número de generaciones, sin haber completado el objetivo planeado.



Figura 9 Etapas Canónicas del Algoritmo Genético

El distinto tipo de operaciones que se hacen sobre las cadenas o cromosomas que son manipulados dentro del AG son llamadas operadores, en este trabajo se utiliza el operador de recombinación sexual, la mutación (36) y otros procesos especiales que son llamados agregar padres (26). Las siguientes secciones describen estos procesos en detalle.

Recombinación

(Ec. 39)

El operador de recombinación se caracteriza por la combinación de material genético de los individuos que son seleccionados en función del buen desempeño (función objetivo) que tuvieron en comparación con el resto de los individuos o "padres" que conforman la población. Existen algunas variantes de este operador (37), que puede ser determinado por el número de puntos de recombinación que serán considerados para la generación de una población, el número de padres involucrado para la generación del linaje, etc. Es obvio que si el número de puntos de recombinación se incrementa, el número de individuos que conforman el linaje, será también mayor.

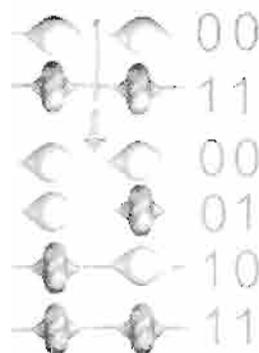


Figura 10 Operador de Recombinación en un Punto.

Para explicar la recombinación multipunto empleado, considérese que $F_g \subset IB^{n_p \times n_b}$ es el conjunto de padres de una población dada donde n_p es el número de padres de la población en la generación g y n_b es el número de bits del arreglo (cromosoma), $g=1, \dots, n_g$; y n_g es el número total de generaciones.

$C(F_g, n_r) \in IB^{n_s \times n_b}$ es el operador de recombinación y puede ser definido como la combinación entre el conjunto de padres considerando el número de intervalos n_r de cada individuo y el número de hijos n_s por lo que:

$$n_s = n_p^{n_r}$$

Para mostrar cómo es que puede ser aplicado el operador de recombinación, considere que F_g se forma con $n_p=2$ y $n_r=3$. Esto significa que se divide el arreglo en tres secciones y se denomina a cada sección como a_i y b_i respectivamente para $i=1, \dots, n_r$. Si:

$$F_g = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow C(F_g, 3) = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_1 & a_2 & b_3 \\ a_1 & b_2 & a_3 \\ a_1 & b_2 & b_3 \\ b_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & a_2 & b_3 \\ b_1 & b_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix}$$

Es importante notar que con este operador los padres F_g de la población g se incluyen en el resultado de la recombinación.

Mutación

En el operador de mutación, sólo se niegan algunos bits que son seleccionados en forma aleatoria por medio de un factor de probabilidad P_m ; en otras palabras, tan sólo se varían los componentes de algunos genes, es decir, se modifican los alelos. Este operador es extremadamente importante, ya que permite asegurar que se mantenga la diversidad dentro de la población, la cual es básica para la evolución (38,39).

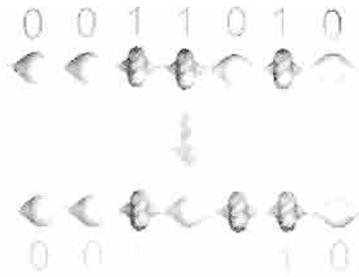


Figura 11 Operador de Mutación

Este operador $M : IB^{n_r, x n_b} \rightarrow IB^{n_r, x n_b}$ cambia con la probabilidad P_m la población generada por el operador de recombinación en la siguiente forma :

$$M(C_{ij}) = \begin{cases} C_{ij} \oplus 1 & r \leq P_m \\ C_{ij} & r > P_m \end{cases} \tag{Ec. 40}$$

donde $r \in U(0,1)$ es una variable aleatoria e, $i=1, \dots, n_s; j=1, \dots, n_b;$ y \oplus es el operador *x-or*.

El operador de mutación asegura que la probabilidad de encontrar cualquier punto en el espacio de búsqueda nunca sea cero y evita que se alcance un mínimo local.

Agregar Padres

En esta parte sólo se agrega F_g al resultado del proceso de mutación, entonces la población A_g en la generación g se puede obtener como:

$$A_g = \begin{bmatrix} M(C(F_g, n_r)) \\ F_g \end{bmatrix} \tag{Ec. 41}$$

Cabe hacer notar que A_g tiene los mejores individuos de A_{g-1} ya que se agrega F_g en este procedimiento. Este paso y el anterior aseguran la convergencia del algoritmo.

Proceso de Selección

El Proceso de Selección S_g calcula la función objetivo O_g que representa una función específica que se quiere minimizar y se seleccionan los mejores individuos n_p de A_g tal que:

$$S_g(A_g, n_p) = \min^{n_p} O_g(A_g) \tag{Ec. 42}$$

Entonces:

$$F_{g+1} = S_g(A_g, n_p) \tag{Ec. 43}$$

Note que los mejores individuos de la generación g pueden ser obtenidos por el siguiente operador:

$$S_g(A_g, 1) \tag{Ec. 44}$$

En resumen el Algoritmo Genético puede ser descrito por medio de los siguientes pasos:

1. Para la condición inicial $g=0$ seleccionar en forma aleatoria A_0 , tal que $A_0 \in IB^{n_r, x n_b}$
2. Calcular $F_1 = S_0(A_0)$
3. Obtener A_g
4. Calcular S_g
5. Regresar al paso 3 hasta que el número máximo de generaciones es alcanzado o uno de los individuos de S_g obtiene el mínimo valor deseado de O_g .

El empleo de Algoritmo Genético es especialmente útil cuando se tiene gran cantidad de posibilidades en el espacio de búsqueda y no se posee información acerca de cómo obtener la solución óptima para un problema específico. Para este caso, la aplicación de la teoría es automática si se considera a W_b^* como el arreglo buscado. El problema de aprendizaje puede ser trasladado para obtener la estructura óptima de PANN usando AG. Los pasos de AG modificados pueden observarse en la siguiente tabla 1.

Tabla 1 Pasos de AG y AG en RNAP

ALGORITMO GENÉTICO	ALGORITMO GENÉTICO EN RNAP
1. Para la condición inicial $g=0$ se calcula A_0 de forma aleatoria con las siguientes dimensiones $A_0: n_s \times n_p$	1. Para la condición inicial $g=0$ se calcula A_0 de forma aleatoria con las siguientes dimensiones $A_0: n_s \times n_p$ donde cada renglón de la matriz corresponde a una propuesta para W_b
2. Se obtiene la función objetivo y se selecciona el mejor individuo para la población inicial $F_1 = S_0(A_0, n_p)$	2.1. Para calcular F_1 primero se debe calcular $S_0(A_0, n_p)$ donde la función objetivo O_g puede ser calculada utilizando el error definido por (28) de la siguiente forma: $O_0^i = err_n^i(y^n, \langle (W^i)_{W_b}^i, M(z) \rangle), i = 1, \dots, n_s$ 2.2. Se calcula $S_g(A_g, n_p) = \min^{n_p} O_g(A_g)$
3. Se obtiene la nueva población A_g en la generación g con el operador recombinación y mutación.	3. Se obtiene la nueva población A_g en la generación g con el operador recombinación y mutación.
4. Calcular la función objetivo y seleccionar a los mejores individuos de la generación con S_g	4. Calcular S_g con la siguiente función objetivo $O_g^i = err_n^i(y^n, \langle (W^i)_{W_b}^i, M(z) \rangle), i = 1, \dots, n_s + n_p$
5. Regresar al paso 3 hasta que se alcance el máximo número de generaciones o uno de los individuos de S_g obtengan el mínimo valor deseado de O_g	5. Regresar al paso 3 hasta que se alcance el máximo número de generaciones o uno de los individuos de S_g obtenga el mínimo valor deseado de O_g

El error óptimo en la generación g puede ser obtenido por:

$$\left(\underset{W_b \in \mathbb{R}^{n_p}}{\text{opt } err_n} \right)_g = \min_{W_b \in A_g} err_n \left(y^n, \langle (W)_{W_b}^i, M(z) \rangle \right) \tag{Ec. 45}$$

Teorema 1
Definiendo

$$W_b^g \stackrel{\Delta}{=} S_g(A_g, 1) \tag{Ec. 46}$$

donde W_b^g es el mejor individuo en la generación g , es decir, la estructura óptima de la RNAP en ese momento, se puede reescribir el error de aproximación como:

$$err(y^n, \phi_g(z)) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(y_k - \langle W, M(z) \cdot (W_b^g)^T \rangle \right)^2 \tag{Ec. 47}$$

donde y^n es la salida deseada, $\phi_g(z) \in \Phi_p$ es la representación óptima en la generación g , y

$$W_{W_s}^* = \operatorname{argmin}_{W \in \mathbb{R}^n} \operatorname{err}_n(y^n, \phi(z)) \Big|_{W_s \sim W_s^*}$$

Si $P_m > 0$ entonces RNAP aprende uniformemente la salida deseada de tal forma que:

$$\lim_{g \rightarrow \infty} P\{\operatorname{err}(y, \phi_g(z)) - \operatorname{opterr}(y, \phi(z)) \geq \varepsilon\} = 0, \quad \varepsilon > 0$$

(Ec. 48)

$\phi_g \in \Phi_\rho$ puede ser descrita como:

$$\phi_g = \left\langle W, M(z) \cdot * S_g(A_g, 1)^T \right\rangle$$

(Ec. 49)

Debido al progreso de agregar padres y el de mutación

$$\operatorname{err}(y, \phi_{g+1}(z)) \leq \operatorname{err}(y, \phi_g(z))$$

(Ec.50)

$$\Rightarrow \lim_{g \rightarrow \infty} \operatorname{err}(y, \phi_g(z)) = \operatorname{opterr}(y, \phi(z))$$

(Ec. 51)

Comentario 1

Para casos prácticos, el Teorema 1 puede escribirse utilizando la Definición 1 como:

Si $P_m > 0$ entonces la RNAP aprende uniformemente la salida deseada con precisión ε en un número finito de generaciones n_g si:

$$\lim_{g \rightarrow n_g} P\{\operatorname{err}(y, \phi_g(z)) - \operatorname{opterr}(y, \phi(z)) > \varepsilon\} = 0 \quad \varepsilon > 0$$

(Ec. 52)

Demostración del Teorema 1

Defínase:

$$\Delta_g := \operatorname{err}(y, \phi_{g+1}(z)) - \operatorname{opterr}(y, \phi_g(z))$$

(T1)

Para simplificar la notación se utilizará:

$$\Delta_g := \operatorname{err}^g - \operatorname{opterr}^g$$

(T2)

$$\begin{aligned} \Delta_{g+1} &:= \operatorname{err}^{g+1} - \operatorname{err}^g + \operatorname{err}^g - \operatorname{opterr}^g \\ &= \operatorname{err}^{g+1} - \operatorname{err}^g + \Delta_g \end{aligned}$$



$$\Delta_{g+1} = \Delta_g + \operatorname{err}^{g+1} - \operatorname{err}^g$$

$$\Delta_g = \Delta_{g-1} + \operatorname{err}^g - \operatorname{err}^{g-1}$$

$$\Delta_{g-1} = \Delta_{g-2} + \operatorname{err}^{g-1} - \operatorname{err}^{g-2}$$

$$\Delta_{g-2} = \Delta_{g-3} + \operatorname{err}^{g-2} - \operatorname{err}^{g-3}$$

$$\Delta_1 = \Delta_0 + \operatorname{err}^1 - \operatorname{err}^0$$

$$\begin{aligned} \Delta_{g+1} &= \Delta_0 + \sum_{k=0}^g (\operatorname{err}^{k+1} - \operatorname{err}^k) \\ &= \Delta_0 - \sum_{k=0}^g (\operatorname{err}^k - \operatorname{err}^{k+1}) \end{aligned}$$

(T3)

Defínase:

$$\partial_k := \operatorname{err}^k - \operatorname{err}^{k+1} \geq 0$$

(T4)

Observe que para la prueba del teorema es suficiente probar que:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \partial_k \stackrel{a.s.}{=} \infty$$

(T5)

$$S_n(\omega) = \sum_{k=0}^n \partial_k(\omega) = S_{n-1}(\omega) + \partial_n(\omega)$$

(T6)

Para probar (5) es necesario probar que:

$$\sum_{k=0}^{\infty} E\{\partial_k | \mathfrak{S}_{n-1}\}^{a.s.} = \infty \quad (T7)$$

Entonces

$$E\left\{S_n(\omega) | \mathfrak{S}_{n-1}\right\}^{a.s.} = S_{n-1}(\omega) + E\left\{\partial_n(\omega) | \mathfrak{S}_{n-1}\right\} \quad (T8)$$

donde $\mathfrak{S}_{n-1} = \sigma(\delta_0, \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{n-1})$ es la sigma-álgebra generada en el proceso correspondiente y ω es un evento aleatorio. Se tiene :

$$\int \partial_n(\omega) dP(\omega | \mathfrak{S}_{n-1}) = \int_{\omega: \partial_n \geq \varepsilon} \partial_n(\omega) dP(\omega | \mathfrak{S}_{n-1}) + \int_{\omega: \partial_n < \varepsilon} \partial_n(\omega) dP(\omega | \mathfrak{S}_{n-1}) \quad (T9)$$

$$\int \partial_n(\omega) dP(\omega | \mathfrak{S}_{n-1}) \geq \int_{\omega: \partial_n \geq \varepsilon} \partial_n(\omega) dP(\omega | \mathfrak{S}_{n-1}) \geq \varepsilon P\{\partial_n \geq \varepsilon | \mathfrak{S}_{n-1}\} = \varepsilon P_n$$

(T10)

donde $P_n = P\{\partial_n \geq \varepsilon | \mathfrak{S}_{n-1}\}$

Es importante recordar que para una variable aleatoria $r(\omega)$ se cumple que el operador mutación es igual a:

$$M(C_{ij}) = \begin{cases} \bar{C}_{ij} & r(\omega) \leq P_m \\ C_{ij} & r(\omega) > P_m \end{cases} \quad y$$

utilizando:

$$P\{A_{s+1} = A_s\} = 0 \quad \forall P_m > 0$$

$$\Rightarrow P\left\{\left(err^s - err^{s+1} \right) \geq \varepsilon | \mathfrak{S}_{n-1}\right\} > 0$$

y considerando

$$err(y, \phi_{g+1}(z)) + \varepsilon \leq err(y, \phi_g(z))$$

entonces:

$$P\{\partial_n \geq \varepsilon | \mathfrak{S}_{n-1}\} \geq p > 0 \quad \forall P_m > 0$$

$$P_n \geq p > 0$$

$$\therefore \sum_{n=1}^{\infty} P_n^{a.s.} = \infty$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} \partial_k^{a.s.} = \infty$$

$$\exists g = n_0(\omega) < \infty : \Delta_{n_0(\omega)+1} = 0 \quad \forall \Delta_0$$

$$\Rightarrow \lim_{g \rightarrow n_0(\omega)} err(y, \phi_g(z)) = opterr(y, \phi(z))$$

Q. E. D. . .

Como se puede observar la representación de RNAP puede ser considerada como un caso particular del modelo NARMAX. Por lo tanto, también es posible aplicar la metodología descrita en la sección anterior utilizando AG para este tipo de modelos.

CONTROL ADAPTABLE CON RNAP

En esta sección se describirá la forma en que una RNAP puede ser implementada para su aplicación en control adaptable de sistemas no lineales utilizando un esquema de control adaptable indirecto.

El modelo de RNAP descrito en el capítulo anterior puede reescribirse como:

$$y_k = \phi_k(x) + \phi_k(y) + \phi_k(x, y)$$

(Ec. 53)

donde $\phi(x)$ y $\phi(y)$ representan los términos

lineales de $\phi(z)$ Estos términos son equivalentes a tener únicamente el caso de $\rho=1$, es decir, el caso para los polinomios

$a_0(z_1, z_2, \dots, z_{n_1})$ y $a_1(z_1, z_2, \dots, z_{n_1})$ $\phi_k(x, y)$ las relaciones no lineales Recuerde que:

$$\phi_k(x, y) = \sum a_i(z_1, z_2, \dots, z_{n_1}) \quad (Ec. 54)$$

Si se sustituye en (Ec. 53)

$$y_k - \phi_k(y) = A(q^{-1})y_k \quad (Ec. 55)$$

$$\phi(x_k) = q^{-d}B(q^{-1})x_k \quad (Ec. 56)$$

entonces la ecuación quedaría como:

$$A(q^{-1})y_k = q^{-d}B(q^{-1})x_k + \phi_k(x, y) \quad (Ec. 57)$$

con

$$\begin{aligned} A(q^{-1}) &= 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_{n_1}q^{-n_1} \\ B(q^{-1}) &= b_0 + b_1q^{-1} + \dots + b_{n_1}q^{-n_1} \end{aligned} \quad (Ec. 58)$$

donde los parámetros a_i y b_i son desconocidos y serán obtenidos utilizando la teoría descrita. Observe que estos parámetros son los pesos de la RNAP.

Considérese que se cumplen las siguientes suposiciones.

- A.1) n_1 y n_2 son fijos y el retardo d es conocido
- A.2) $q^{-d}B(q^{-1})$ tiene todos sus ceros dentro del círculo unitario y $b_0 \neq 0$

Considérese también que se cumple la siguiente relación:

$$C(q^{-1}) = A(q^{-1})S(q^{-1}) + q^{-d}R(q^{-1}) \quad (Ec. 59)$$

donde:

$$\begin{aligned} C(q^{-1}) &= 1 + c_1q^{-1} + \dots + c_{n_2+d-1}q^{-(n_2+d-1)} \\ S(q^{-1}) &= s_0 + s_1q^{-1} + \dots + s_{d-1}q^{-(d-1)} \\ R(q^{-1}) &= r_0 + r_1q^{-1} + \dots + r_{n_2-1}q^{-(n_2-1)} \end{aligned} \quad (Ec. 60)$$

Con esta identidad polinomial se pueden calcular los valores de $S(q^{-1})$ y $R(q^{-1})$ para un valor determinado de $C(q^{-1})$.

Si se calcula

$$C(q^{-1})y_i$$

$$\begin{aligned} C(q^{-1})y &= A(q^{-1})S(q^{-1})y + q^{-d}R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= S(q^{-1})A(q^{-1})y + q^{-d}R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= S(q^{-1})[q^{-d}\{B\lambda + \phi(x, y)\}] + q^{-d}R(q^{-1})y \\ C(q^{-1})y &= q^{-d}[S(q^{-1})\{B(q^{-1})x + \phi(x, y)\} + R(q^{-1})]y = q^{-d}y \end{aligned} \quad (Ec. 61)$$

$$y^* = S(q^{-1})B(q^{-1})x + S(q^{-1})\phi(x, y) + R(q^{-1})y \quad (Ec. 62)$$

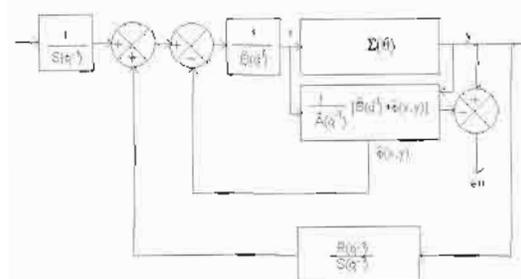


Figura 12 Esquema de Control Adaptable con RNAP

se define la acción de control como:

$$x = X_1 + X_2$$

(Ec. 63)

$$\Rightarrow B(q^{-1})X_1 = -\phi(x,y) \Rightarrow$$

$$S(q^{-1})B(q^{-1})X_2 + R(q^{-1}) = y^*$$

Si el sistema es estable (fase mínima) entonces $|y_k| < \infty \Rightarrow |x_k| < \infty$

El esquema de control se muestra en la Figura 12. Los parámetros $A(q^{-1})$, $B(q^{-1})$, y $\phi_k(x,y)$ pueden ser estimados por RNAP utilizando AG y posteriormente es posible ajustar la dinámica colocando los polos con $C(q^{-1})$. Los siguientes ejemplos muestran la aplicación del algoritmo para el caso lineal y no lineal. Todos los programas utilizados en la simulación fueron desarrollados en Matlab

Ejemplo 1 Caso Lineal

Considérese que $G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)}$ es la función de transferencia de un sistema lineal donde:

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{4.9834e^{-3} + 3.3002e^{-5}z^{-1} - 4.9174e^{-3}z^{-2}}{1 - 1.9801z^{-1} + 9.802e^{-1}z^{-2}}$$

(Ec. 64)

La respuesta al escalón se muestra en la Figura 13. En este caso se puede observar que el tiempo de establecimiento del sistema $t_s=5$ seg. El periodo de muestreo es $T=0.01$ seg.

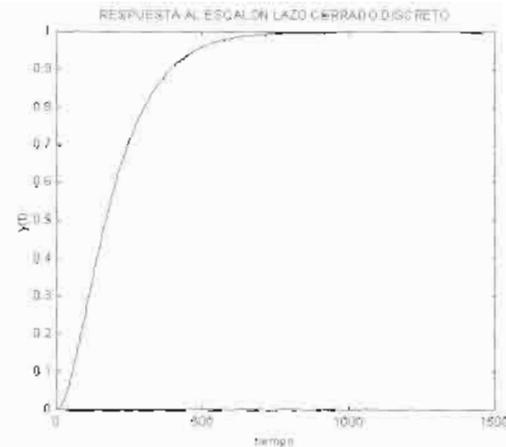


Figura 13 Respuesta al Escalón para Sistema Lineal

El procedimiento para aplicar un control adaptable con RNAP es el siguiente:

1. Identificación de la planta utilizando una señal aleatoria $u(k)$ con distribución uniforme $U(-1, 1)$. Los parámetros utilizados para la red son $p=2$, $n_1=n_2=2$, $P_m=0.2$, $n_p=3$, $n_i=3$. Para este ejemplo este paso es equivalente a obtener el modelo simplificado utilizando herramientas tradicionales del área de identificación y control.
2. Probar los resultados utilizando otra entrada como $r=\text{sen}(t)$.
3. Separar las partes lineal y no lineal del modelo para obtener $A(q^{-1})$, $B(q^{-1})$ y $\phi_k(x,y)$ respectivamente para cancelar la dinámica no lineal y adaptar la dinámica lineal del sistema. Como se puede observar en este caso $\phi(x,y)=0$, esto significa que no existe parte no lineal y los resultados se obtienen aplicando únicamente un controlador adaptable típico. Escogiendo los siguientes valores para C:

$$C(q^{-1}) = 1 - 1.9025z^{-1} + 0.9048z^{-2}$$

(Ec. 65)

se escogió una dinámica que tenga un tiempo de establecimiento igual a $t_s=1$ seg.

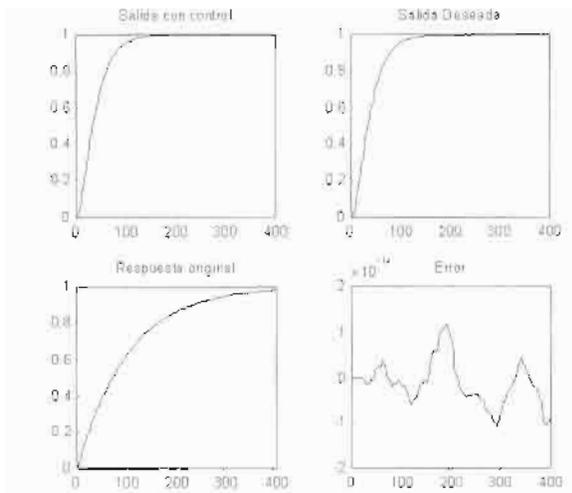


Figura 14 Respuesta con Controlador

La Figura 14 muestra la respuesta original, la salida deseada y la salida con el controlador. Como se puede observar la respuesta al controlador tiene un tiempo de establecimiento de 1 seg., tal y como se definió con el valor de C. De igual forma el error entre la salida deseada y la salida del sistema con el control es muy pequeño.

Ejemplo 2 Caso No lineal

En este caso se va a utilizar un modelo no lineal matemáticamente muy simple propuesto por May (40). Este modelo tiene la siguiente representación:

$$y_k = r(1 - y_{k-1}^2) \tag{Ec. 66}$$

Con $r=1.2$ y $y_0=0.5$ se obtiene una dinámica caótica sin el uso de algún tipo de entrada. La serie de tiempo generada por esta ecuación puede observarse en la Figura 15.

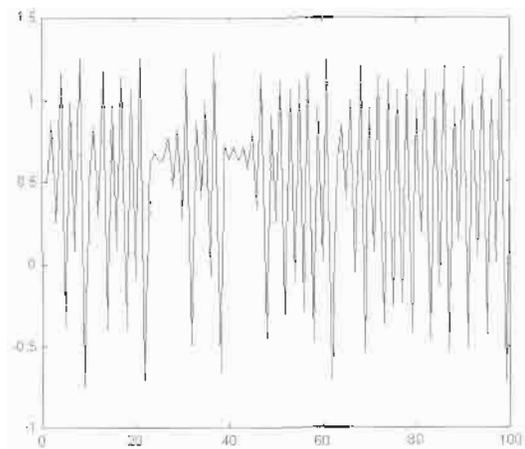


Figura 15 Serie de May

El modelo que se propone como entrada para este sistema es el siguiente:

$$y_k = r(1 - y_{k-1}^2) + u_k \tag{Ec. 67}$$

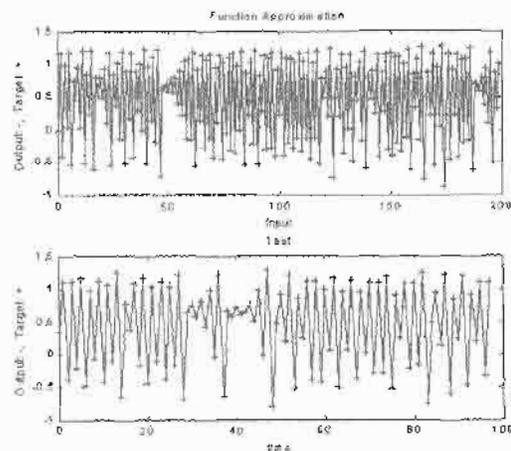


Figura 16 Serie Identificada por RNAP

El proceso de identificación se muestra en la Figura 16 utilizando los mismos parámetros para la RNAP que en el ejemplo anterior. La única diferencia es el rango de valores de la señal de entrada $u \in [-0.1, 0.1]$. Separando la parte lineal de la no lineal en la misma forma que en el ejemplo previo, con el mismo valor para C, se puede observar en la Figura 17 el resultado de la metodología propuesta.

La gráfica de respuesta al escalón (salida con control) es la misma que el sistema lineal obtenido en el ejemplo anterior con un tiempo de establecimiento de 1 segundo.

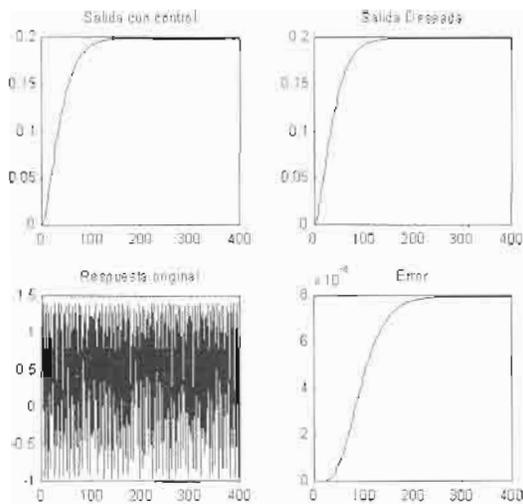


Figura 17 Respuesta con Controlador

Discusión de Resultados

Como se puede observar en los ejemplos anteriores la RNAP es capaz de generar los parámetros para identificar un sistema no lineal. La combinación de la red neuronal con algoritmo genético permite extraer la información y las relaciones que existen entre los datos de los patrones de entrenamiento, optimizando el error y obtenido la estructura óptima de la red. El modelo utilizado de algoritmo genético permite asegurar la convergencia del proceso utilizando la mutación y el procedimiento de agregar padres.

Si se utiliza la RNAP para sistemas lineales el resultado es un modelo *simplificado* utilizando únicamente los elementos del modelo. Esto es equivalente a obtener la versión óptima del modelo ARMAX.

La naturaleza de la RNAP permite que hacer una separación de la parte lineal y no lineal del sistema o planta. La parte no lineal identificada se utiliza para cancelarla del sistema dinámico original y se aplica un controlador adaptable li-

neal para ajustar la dinámica de la planta "linealizada". El éxito del control adaptable radica principalmente en que el proceso de identificación aproxime lo mejor posible la dinámica no lineal de la planta. En este caso se utilizó un esquema de fase mínima pero la aplicación a sistemas de fase no mínima es similar usando la descripción de la Sección de Control de Sistemas Lineales de Fase no mínima en Tiempo Discreto. Por ser un control adaptable indirecto la ley de control utilizada puede ser cualquiera que cumpla con los requerimientos de desempeño deseado.

REFERENCIAS

- (1) Antsaklis, P. J., Intelligent Learning Control, Control Systems, vol. 15, núm. 3, Junio 1995.
- (2) Cox, E., Fuzzy Fundamentals, *IEEE Spectrum*. USA, octubre, 1992.
- (3) Gupta, M. & Rao D., Neuro-Control Systems. A Tutorial. *Neuro-Control Systems, Theory and Applications*. IEEE Press. 1994
- (4) Landau, I. D., R. Lozano & M. Saad, *Adaptive Control*. Springer Verlag, 1998.
- (5) Levin, A. & S. Narendra, Control of Nonlinear Dynamical Systems Using Neural Networks: Controlability and Stabilization. *IEEE Transactions on Neural Networks* vol. 4, núm. 2, marzo 1991
- (6) Phan, D. & S. Oh, Adaptive Control of Dynamic Systems using Neural Networks. *Proceedings of IEEE International Conference on System Man and Cybernetics*, 1993.
- (7) Funahashi, K., On the Approximate Realization of Continuous Mappings by Neural Networks. *Neural Networks*. vol. 2, pp. 283-192, 1989.
- (8) Hornik, K., M. Stinchcombe & H. White, Multilayer Feedforward Networks Are Universal Approximators. *Neural Networks*. vol. 2, pp. 359-366, 1989.
- (9) Cybenko, G., Approximation by Superpositions of Sigmoidal Function. *Mathematics of Control Signals and System* vol. 2, pp 303-314, 1989.
- (10) Cotter, N., The Stone-Weierstrass Theorem and Its Application to Neural Networks. *IEEE Transactions on Neural Networks* vol. 1, núm. 4, pp. 290-295, diciembre 1990.
- (11) Girosi, F. & T. Poggio, Networks and the Best Approximation Property. *Biological Cybernetics*, 1990.

- (12) Narendra, K. & K. Parthasarathy, Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 1, núm. 1 pp. 4-7, marzo 1990.
- (13) Chen, S. & S. Billings, Representations of nonlinear systems: the NARMAX model, *Int. J. Control*, vol. 49, núm. 3, 1989.
- (14) Leontaritis, Y. & S. Billings, Input-output parametric models for nonlinear systems, *Int. J. Control*, vol. 41, núm. 2, 1985.
- (15) Narendra, K. & S. Mukhopadhyay, Adaptive Control using Neural Networks and Approximate Models, *IEEE Transactions on Neural Network*, vol. 8, núm. 3, pp. 475-485, mayo 1997.
- (16) Chen, S. & A. Billings, Representations of non-linear systems: the NARMAX model, *Int. J. Control*, vol. 49, núm. 3, pp. 1013-1032, 1989.
- (17) Chen, S. & A. Billings, Neural Networks for nonlinear dynamic system modelling and identification, *Int. J. Control*, vol. 56, núm. 2, pp. 319-346, 1992.
- (18) Leontaritis, I. J. & S.A. Billings, Input-output parametric models for non-linear systems. Part I. Deterministic non-linear systems, *Int. J. Control*, vol. 41, núm. 2, pp. 303-328, 1985.
- (19) MacCulloch, Warren S. & Walter, Pitts, A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5:115-133, 1943
- (20) MacGregor, R. J., *Neural and Brain Modeling*. Academic Press, San Diego, Ca, 1987.
- (21) Hornik, K., M. Stinchcombe & H. White, Multilayer Feedforward Networks Are Universal Approximators. *Neural Networks*, vol. 2, pp. 359-366, 1989.
- (22) Park, D.C. et al., "Electric Load Forecasting Using an Artificial Neural Network", *IEEE Trans. Power Systems*, vol. 6, núm. 2, pp. 442-449, 1991.
- (23) Chang, C., J. Lin & J. Cheung, Polynomial and Standard Higher Order Neural Network. *IEEE International Conference on Neural Networks*, pp. 989-994, vol. 2, San Francisco, CA, USA, 28 marzo-abril, 1993.
- (24) Alippi, C. & V. Piuri, Experimental Neural Networks for Prediction and Identification, *IEEE Transactions on Instrumentation and measurement*, vol. 45, núm. 2, abril 1996
- (25) Chen, S. & A. Billings, Recursive Prediction error parameter estimator for nonlinear models, *Int. J. Control*, vol. 49, núm. 2, 1989.
- (26) Ivakhnenko, A., Polynomial Theory of Complex systems, *IEEE Transactions on systems, Man and Cybernetics*, vol. SMC-1, núm. 4, octubre 1971.
- (27) Duffy, J. & M. Franklin, A Learning Identification Algorithm and Its Application to an Environmental System, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, vol. SMC-5, núm. 2, marzo 1975.
- (28) Shin, Y. & J. Gosh, Approximation of Multivariate Functions Using Ridge Polynomial Networks, *IJCNN'92*, pp. 380-5, Baltimore, MD, USA, 7-11 junio, 1992
- (29) Shin, Y., Modified Bernstein Polynomials and Their Connectionist Interpretation, *ICNN*, pp. 1433-8, vol. 3, Orlando, Florida, USA, 27 junio-julio, 1994.
- (30) Gómez-Ramírez, E., A. Poznyak, A. González Yunes & M. Avila-Alvarez, Adaptive Architecture of Polynomial Artificial Neural Network to Forecast Nonlinear Time Series. *CEC99 Special Session on Time Series Prediction*. Mayflower Hotel, Washington D.C., USA, julio 6-9, 1999.
- (31) Gómez Ramírez E. & A. Poznyak, How to Select a Number of Nodes in Artificial Neural Networks. *Neural Networks Applied to Control and Image Processing. NNACIP'94*, CINVESTAV IPN, Noviembre 7-11, Ciudad de México, 1994.
- (32) Altenberg, L., *The Evolution of Evolvability in Genetic Programming*, MIT Press, 1994.
- (33) Andre, D., *Automatically Defined Features: The Simultaneous Evolution of 2-Dimensional Feature Detectors and an Algorithm for Using Them*, MIT Press, Kenneth E., 1994
- (34) Alander, J. T., *An Indexed Bibliography of Genetic Algorithms: Years 1957-1993*, 1994, Art of CAD Ltd.
- (35) Bedner, I., *Genetic Algorithms and Genetic Programming at Stanford 1997*, Stanford Bookstore
- (36) Andre, D., J. Koza, *Advances in Genetic Programming 2*, MIT Press, 1996.
- (37) Andrews, M. & R. Prager, *Advances in Genetic Programming*, MIT Press, 1994.
- (38) Altenberg, L., *Genome growth and the evolution of the genotype-phenotype map*, Springer-Verlag, Berlin, Alemania, 1995
- (39) Banzhaf, W., Nordin P, Keller R & Francone F., *Genetic Programming -- An Introduction On the Automatic Evolution of Computer Programs and its Applications*, Morgan Kaufmann, dpunkt verlag, 1997.
- (40) May, R.M., *Nature* (London), vol. 261, p. 459, junio 1976.



UNIVERSIDAD
LA SALLE



Centro
de Educación
Continua

Queremos que formes parte de nosotros.

Servicios del Centro de Educación Continua:

- Cursos, Talleres, Seminarios y Diplomados
- Diseños "a la medida", con base en un DNG
 - Programas Presenciales
- Programas en línea www.aprendeconnosotros.com.mx
- Comercio Electrónico www.ulsasonline.com

Diplomados Presenciales:

- Actualización para Asistentes Ejecutivas
 - Administración Estratégica
- Administración Estratégica de la Capacitación
 - Administración de la Manufactura
 - Arte
- Atención Temprana del Niño de 0 a 3 años
 - Comercio Exterior
 - Comunicación Humana
 - Derecho Ambiental
 - Derecho Procesal Civil
 - Derecho Fiscal
- Diseño Gráfico y Multimedia
 - Educación Preescolar
- Estrategias de Recursos Humanos
- Éxito en la Pequeña y Mediana Empresa
 - Filosofía, Reflexión y Crítica
 - Finanzas
- Formación de Instructores
 - Impuestos
 - Mercadotecnia
- Música en la Educación Preescolar
- Negocios y Comercio Electrónico
- Nuevas Formas de Hacer Negocios
 - Procesos Psicocorporales
- Problemas de Aprendizaje. Una Perspectiva Constructivista
 - Reingeniería de Procesos
 - Transformación de Negocios

Programas en línea:

- Diplomado en Computación.
- Curso de Calidad en el Servicio
 - Curso de D.O.
- Curso La Nueva Administración (Temas Selectos)

Estamos a sus órdenes en:

Comercio Electrónico y Educación Superior:

Consideraciones sobre el Cómo y el Cuándo*

Victoria E. Erosa

Coordinadora General de Posgrado de la Dirección de Posgrado e Investigación, Universidad La Salle-México, Presidenta del Grupo Académico del Comité Mexicano de Comercio Electrónico. Investigadora Nacional (SNI). <veem@aixulsa.ulsal.mx>

RESUMEN

El dinamismo de la Tecnología de la Información está ocasionando el surgimiento de una nueva era en la cual los cambios en el ambiente han conducido a nuevos modelos de negocios ejerciendo presión sobre las instituciones educativas para formar profesionistas, técnicos y directivos capaces de enfrentar este reto. Una investigación de naturaleza exploratoria sobre la evolución del Comercio Electrónico en distintos sectores empresariales de México, sirve como referencia para plantear algunas consideraciones que podrían resultar de utilidad al diseñar e instrumentar programas de educación superior en esta materia. Los resultados que se presentan muestran evidencias de la necesidad de instrumentar programas de estudio, a diversos niveles, orientados a la formación y consolidación de una cultura organizacional que favorezca la adaptación al nuevo ambiente tecnológico, y al desarrollo de habilidades directivas y operativas para administrar la cadena de valor en este ambiente. La investigación sugiere que se precisa una rápida respuesta del ámbito educativo, consistente con la velocidad del cambio tecnológico.

Palabras Clave: Tecnología, Comercio Electrónico, Innovación Educativa, E-Com

ABSTRACT

A new era is arising due to Information Technology dynamism. In such environment new business models are emerging generating new pressures for higher education institutions, which must prepare professionals, technicians and top-level executives to face this challenge. Results of an exploratory research, conducted in different industries of Mexico, are used as reference to address some considerations that could be useful when designing and implementing educational programs in Electronic Commerce. Results present evidence regarding the need of educational programs on the matter at different levels, oriented to create an organizational culture that enables adaptation to the new technological environment, and to the development of knowledge and skills required for the value chain management. The research suggests that the response rate of the higher education institutions should match the dynamics of the technological change.

Keywords: Technology, Electronic Commerce, Educational Innovation.

INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo de la tecnología, y en particular de las Tecnologías de la Información es un hecho que continúa presentando retos al

desarrollo de la sociedad y de los negocios en el Siglo XXI. Es indiscutible que todas las áreas de la vida y de la economía están siendo afectadas por esta dinámica y todos los días, casi en forma imperceptible, empresas, personas e instituciones se benefician de innovaciones que no hace mucho tiempo eran inconcebibles. Las Tecnologías de la Información y sus componentes: las Telecomunicaciones, la Computación y la Informática han rebasado la visión del

*Conferencia Magistral dictada en la IX Reunión Nacional de Directores de Escuelas y Facultades de Informática y Computación. Asociación de Instituciones de Educación en Informática, A. C. Cancún, Q. Roo, Junio 15-16, 2000.

futuro que establecieron como referentes escritores, científicos y cineastas de siglos pasados. Este dinamismo tecnológico ha estado acompañado por lo que, hasta ahora, es el más acelerado patrón de adopción de una tecnología. Los ejemplos son muchos, uno solo describe el escenario: en las últimas 24 horas (Junio 13, 2000) se registraron en Brasil 1 128 dominios (Comité Gestor de INTERNET en Brasil), la cifra acumulada de los últimos treinta días es de 23 225 dominios y la reportada para el 9 de Junio de 2000 es de 260 769 de los cuales resalta el hecho de que el 92.7 (241 666) corresponden a .com.br. Ampliando el ejemplo, los indicadores de INTERNET (Network Wizards, Enero 2000) revelan que Estados Unidos ocupa el primer lugar en cuanto a número de huéspedes (10 5 millones), Brasil tiene 446.5 mil y México con 404.9 mil huéspedes ocupa el lugar 15 en el escenario mundial y el 4° en el Continente Americano.

En este ambiente de dinamismo tecnológico y de acelerada adopción, las Tecnologías de Información van transformado su papel, de apoyos operativos para beneficiar la eficiencia en la operatividad de las organizaciones, a instrumentos de competitividad para conformar cadenas de valor, dando inicio con ello a la *Era del Comercio Electrónico* ...¿qué ha cambiado?... el medio de hacer negocios, de optimizar las operaciones de la organización, de relacionarse con proveedores y clientes ...ese medio es la tecnología.

Todo mundo habla del Comercio Electrónico haciendo notar que se vive un tiempo sorprendente. Se está siendo testigo de una nueva forma de comercio que está cambiando la forma de hacer negocios (se reconoce que es la dirección al futuro y hay que estar allí) y está abriendo nuevas oportunidades que impactan también al mundo de la educación. El desarrollo de la enseñanza en Informática y en Computación en un ambiente creciente de Comercio Electrónico es uno de los primeros retos que surge al involucrar:

- a) los aspectos técnicos en materia de tendencias de las Tecnologías de la Información, en particular la referente a la tecnología computacional;
- b) el diseño de nuevos modelos de actualización docente, y
- c) la definición de líneas convergentes en los planes de estudio.

EL ESCENARIO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN MÉXICO

México participa activamente en este cambio en la tendencia de los negocios, y desde hace más de una década el uso de EDI se ha difundido en forma acelerada en los sectores industrial, bancario, comercial, gubernamental y de transportes, configurando tanto la plataforma como la cultura tecnológica que permite ampliar las actividades comerciales que se realizan mediante el uso de las Tecnologías de la Información. EDI es una de las piedras angulares del Comercio Electrónico, la otra es el pago electrónico (FEDI). El Comercio Electrónico pone todas las piezas juntas, EDI, FEDI, las telecomunicaciones de apoyo (VAN, INTERNET, INTRANET) y otras herramientas técnicas (estándares y software).

¿QUÉ ES EL COMERCIO ELECTRÓNICO?

El rango de planeación para el e-Com es amplio, e incluye los procesos de negocios internos, interfases externas con clientes, proveedores y asociados, así como las tecnologías basadas en INTERNET y los estándares para sistemas electrónicos en red. En México, la Legislación (Código de Comercio, Título II, Art. 89, Diario Oficial de la Federación, 29 de Mayo de 2000) considera como *Comercio Electrónico a los actos de comercio en los que se emplean los medios electrónicos, ópticos o cualquier otra tecnología*. El e-Com no es sólo una tecnología o una herramienta, es una combinación de tecnologías, aplicaciones, procesos y estrategias de negocios orientada a apoyar *el proceso de comprar y vender bienes electrónicamente por consumidores y de empresa a empresa a través de transmisiones de negocios computarizadas*.

Es la forma más eficiente de hacer negocios en una época en que las telecomunicaciones permiten mas opciones para contacto con el cliente, es también parte de la revolución de la logística, que incluye la administración de la cadena de abasto, la ingeniería concurrente, el manejo de inventario continuo, la respuesta efectiva al cliente, y algunos aspectos claves para los negocios del mañana, como la empresa virtual y las redes de empresas.

EL ESTUDIO

Tratándose de un cambio tecnológico de tal magnitud, resulta relevante explorar la tendencia que sigue el Comercio Electrónico en México, a fin de identificar las características y elementos que lo configuran, por lo que se diseñó una investigación de carácter exploratorio con el objeto de identificar las tendencias del e-Com en México (Erosa, 1999). El proyecto de investigación se efectuó con la colaboración de cuatro instituciones: La Universidad La Salle, México, en el diseño y dirección técnica del proyecto; la Asociación Mexicana de Estándares para

el Comercio Electrónico (AMECE), propiciando el espacio para el trabajo de campo; CREATOS, en la aplicación de instrumentos de recolección de información y en el procesamiento de los datos; y 3COM, con el apoyo de equipo PalmPilot para la aplicación electrónica de los instrumentos de recolección de información. La muestra se conforma por 192 empresas.

En la composición de la muestra se advierte el predominio de empresas de tamaño grande (41.6%), seguidas en forma cercana por empresas de tamaño mediano (34.4%), lo que se explica por su potencial de acceso a la tec-

Tabla 1 Perfil de los Participantes en el Estudio

Tamaño	Participantes	%	Sector	Participantes	%
Micro	24	12.5	Comercio	24	10.3
Pequeña	22	11.5	Hoteles	3	1.2
			Restaurantes	2	0.8
Mediana	66	34.4	Transporte	2	0.8
Grande	80	41.6	Salud	4	1.6
			Consultoras	41	17.6
			Distribución	4	1.6
			Fabricante de		
			Insumos y		
			materias primas	18	7.6
			Importador/		
			Exportador	10	4.3
			Sector Público	20	8.6
			Comunicaciones	14	6.1
			Manufactura	52	22.4
			Servicios		
			Financieros	18	7.6
			Servicios		
			Técnicos	22	9.5
TOTAL	192	100.0	*TOTAL	230	100.0

*Algunas empresas trabajan en el ámbito de dos o más sectores.

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, *Boletín de Política Informática*, México, núm. 2, 2000.

nología. Sin embargo, es relevante señalar que el número de Micro Empresas aumentó de 4 participantes (de un total de 264 empresas participantes) en el estudio realizado en 1998, a 24 participantes (12.5%) en el estudio actual (Tabla 1).

En relación al sector, la muestra está más atomizada, destacando el sector manufacturero (22.4%), seguido por el de Consultoría (17.6%) lo cual es una sorpresa ya que su participación es superior a las empresas del sector Comercio (10.3%), lo que hace suponer que está creciendo el mercado de los servicios tecnológicos externos (outsourcing) Esta participación es consistente con información de otros países (Pinsley, 1999), donde en el caso de las actividades de e-Com, la participación de la figura del Consultor se amplía a consecuencia de que las empresas prefieren sub contratar los algunos servicios externos que se sitúan en áreas tecnológicas que están en cambio permanente.

Agrupando según la clasificación macro-económica de los sectores, la distribución se configura en Sector Manufactura 30.0 % (Manufactura y Fabricantes de Insumos y Materias Primas); Sector Servicios: 53.8% (Hoteles, Restaurantes, Transporte, Salud, Consultoras, Sector Público, Comunicaciones, Servicios Financieros, Servicios Técnicos); Comercio 16.2% (Comercio, Importadora/Exportadora,

Distribución). Esta estructura muestra el predominio de participación de empresas del Sector Servicios, lo que es razonable considerando que en el PIB mexicano, desde hace más de una década, el sector de mayor participación es del de servicios, y que la estructura de la población económicamente activa también refleja una concentración en las actividades comerciales y de servicios (INEGI, 1999 y BANAMEX ACCIVAL, 1999).

RESULTADOS

COMERCIO ELECTRÓNICO EN MÉXICO SEGÚN EL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS.

Los datos revelan que el 54.2% de las empresas de la muestra ya hacen e-Com, mientras el 33.9% tiene interés en hacerlo y solo el 11.9% manifestó que actualmente no hace ni tiene interés en el Comercio Electrónico. La concentración se identifica en las empresas grandes y medianas (75.0%) con una participación casi similar (alrededor del 13%) de la pequeña y de la micro empresa (Tabla 2). Es interesante el caso de la micro empresa ya que se está mostrando un interés en esta forma de hacer de negocios que posibilita una estructura organizacional virtual y que abre un espacio dentro de la cadena de valor a las empresas de todos los tamaños. (Wilson, 1999). Los resultados muestran evidencias de que en México el e-Com está

Tabla 2 Empresas que efectúan Comercio Electrónico por Tamaño y Tipo

Usuarios y Tipo de e-Com	Total	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
<u>Usuarios</u>					
Hace e-Com	104	12	14	28	50
No hace e-Com	23	5	4	12	2
Tiene interés	65	7	4	26	28
<u>Tipo de e-Com</u>					
Publicidad y promoción	18	4	-	6	8
Interacción clientes	38	2	2	12	22
Ventas	28	-	2	6	20
Pedidos y Órdenes de Compra	32	2	4	12	14
Asesoría a servicio	26	6	4	8	8
Recepción de Pagos	16	-	2	4	10
Servicios post-venta	14	4	2	-	8
Otros	16	-	4	4	8

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, *Boletín de Política Informática*, México, núm. 2, 2000.

siendo efectuado por empresas de tamaño grande y mediano, fundamentalmente, quienes también manifiestan el mayor interés en hacerlo.

En el tipo de e-Com que efectúan las empresas de la muestra se identifica el predominio de interacción con clientes (20.2%), seguido por los pedidos y órdenes de compra (17.0%) y por ventas (14.9%). Este perfil hace razonable suponer que pese a que todavía es incipiente el uso de esta forma de hacer negocios para concretar ventas, es clara la función que debe desempeñar la modalidad puesto que en conjunto los pedidos, órdenes de compra y ventas son casi el 32%, cifra muy superior a la manifestada por la publicidad y promoción ((9.6%). Estas prácticas de negocios se concentran en las empresas grandes y medianas.

Los datos permiten identificar la vinculación entre oferentes y compradores. La integración de mercadotecnia y ventas es sólo un fragmento de la cadena de valor, esa compleja red de asociados y procesos que incluye logística, distribución y servicios, requerida para la creación de ventaja competitiva sostenible.

La transición a la práctica del e-Com precisa que la empresa disponga del personal y de la tecnología con capacidad para enfrentar nuevos estándares que implican la atención confiable de los negocios 24 horas al día durante siete días a la semana, la resolución inmediata de problemas, la vigilancia de la seguridad del sistema y de la información que está en él, así como las estrategias para la prevención y la recuperación de desastres, en caso de que sucedan. En la etapa temprana del e-Com, el área de Recursos Humanos debe ser un integrante del equipo que redefine las estructuras organizacionales, el tipo de competencias y las necesidades de entrenamiento. Sea como una actividad sub contratada, o como actividad desarrollada dentro de la misma empresa, el cambio involucra nuevos requerimientos operacionales, tecnológicos y procesos administrativos.

La experiencia de estas empresa en materia de e-Com es predominantemente mayor de dos años (52%), con una población de empresas jóvenes en materia de esta modalidad de negocios. La mayor antigüedad se registra en la gran empresa, mientras que las de 1 a 2 años se concentran en las de tamaño mediano (Tabla 3).

Tabla 3 Tiempo de Experiencia y Tipos de e-Com de Interés por Tamaño de Empresa

Tiempo y Tipo de e-Com	Total	Micró	Pequeña	Mediana	Grande
<u>Tiempo</u>					
Menos de 1 año	12	2	2	2	6
1 a 2 años	36	6	2	16	12
Más de 2 años	52	4	8	10	30
<u>Tipo de e-Com de interés</u>					
Publicidad y promoción	22	2	2	10	8
Interacción/Clientes	38	4	4	12	18
Ventas	35	7	2	16	10
Pedidos y Órdenes de Compra	38	2	2	22	12
Asesoría a servicio	30	2	4	14	10
Recepción de Pagos	22	-	4	10	8
Servicios post-venta	10	-	4	6	-
Otros	8	-	2	42	4

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, *Boletín de Política Informática*, México, núm. 2, 2000.

ACTITUD RESPECTO A LA EXPANSIÓN DEL E-COM

En la Tabla 4 se aprecia la presencia de un interés por iniciar en el corto plazo actividades

en esta modalidad de negocios, en particular de las empresas de tamaño mediano, seguidas de las empresas grandes, plazo en que también se concentran las expectativas de las micro y medianas empresas.

Tabla 4 Tiempo de Probable Ingreso al e-Com y Requisitos de mayor Importancia para el Ingreso

Ingreso

Tiempo y Requisito de Ingreso	Total	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
<u>Tiempo Probable de Ingreso</u>					
Menos de 1 año	58	6	6	28	18
1 a 2 años	19	1	4	8	6
Más de 2 años	2	-	-	-	2
No aplica	76	-	12	12	52
<u>Requisitos de Ingreso</u>					
Seguridad	120	10	14	48	48
Confidencialidad	95	11	10	32	42
Propiedad Intelectual	17	5	-	6	6
Conocimiento	48	6	6	20	16
Otros	29	-	21	4	4

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, *Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, Boletín de Política Informática*. México, núm. 2, 2000.

Tabla 5 Motivos de Ingreso al e-Com Papel del e-Com en la Organización por tamaño de empresa

Motivos y Papel	Total	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
<u>Motivos de Ingreso</u>					
Solicitud de Proveedores	12	2	2	2	6
Mayor Competitividad	36	6	2	16	12
Vanguardia	52	4	8	10	30
Solicitud de Clientes					
Abrir Nuevos Mercados					
Otros					
<u>Papel del e-Com en la Organización</u>					
Principal Fuente de Competitividad	22	2	2	10	8
Complemento de Negocios	38	4	4	12	18
Área Nueva	35	7	2	16	10
Otros	38	2	2	22	12

Fuente: Erosa, Victoria E., *Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, INEGI. Boletín de Política Informática*. México, núm. 2, 2000.

En relación a los requisitos que las empresas consideran para ingresar a esta actividad, el 38.8% de las respuestas señalan a la seguridad, y el 30.7% a la confidencialidad. Se observa que el conocimiento es solo resaltado en las empresas mediana y grande, las pequeña y micro parecen no tener esta preocupación. Se aprecia que las grandes y medianas empresas

la expansión de la actividad del Comercio Electrónico, las empresas de la muestra mexicana señalan diferencias según tamaño. Mientras que las empresas micro, pequeña y mediana manifiestan que toda la organización recibe un impacto al hacer e-Com (48.8%), la mayoría de la empresa grande (51.9%) indica que el impacto es sólo en el área de interés del e-Com.

Tabla 6 Área de la Organización impactada por el e-Com. Plataforma requerida para hacer e-Com por Tamaño de Empresa

Área y Plataforma	Total	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
<u>Área de la Organización</u>					
Toda la Organización	80	12	10	32	26
Área de interés	79	7	4	26	42
Nueva Unidad	17	3	2	6	6
Agente externo	15	2	4	2	7
<u>Plataforma requerida</u>					
Logística/Distribución	77	9	8	36	24
Inventarios	38	2	2	24	10
Capacitación de Personal	38	6	4	14	14
Adopción de Estándares	51	3	12	18	18
Desarrollo de Sistemas	82	10	6	26	38
Pago Electrónico	76	10	8	26	32
Otros	-	-	-	-	2

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, *Boletín de Política Informática*. México, núm. 2, 2000.

de esta muestra toman muy en serio el e-Com, como lo muestra la importancia que dan al conocimiento (capacitación, entrenamiento) para esta actividad.

La Tabla 5 muestra que la mayor respuesta en materia de motivos de ingreso al Comercio Electrónico es por solicitud de los clientes (26.1%), seguida de la búsqueda de mayor competitividad (22.9%), lo que revela una presión del lado de la demanda y no por el lado de los proveedores, así como un interés elevar la competitividad de la empresa. En este sentido se identifica una cadena de valor configurada únicamente por el cliente y la empresa.

LA INTERGRACIÓN INTERNA Y EXTERNA

En relación a la integración de la organización, para desarrollar eficiencias internas que apoyen

La información muestra una mínima representación de la creación de nuevas unidades para el manejo de e-Com (8.9%) y del apoyo de agentes externos -outsourcing- para esta actividad (7.9%).

CAMBIO ESTRUCTURAL

Las empresas e instituciones de la muestra perciben los impactos del e-Com en la organización. El 53.9% de las empresas manifestó que el impacto en el personal es que cambia la forma de trabajo (Tabla 7). Esta respuesta es mayoritaria en todos los tamaños de empresa, seguida por el aumento al personal calificado 28.1%, dejando en todos los segmentos a la reducción de personal en último lugar. En consecuencia, resulta interesante que los problemas para la operatividad de mayor peso sean los referentes a cultura organizacional (31.6%),

Tabla 7. Impacto en el Personal, Principales Problemas para la Operatividad del e-Com por Tamaño de Empresa

Tiempo y Requisitos de Ingreso	Total	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
<u>Impacto en el Personal</u>					
Ninguno	4	2	-	2	-
Cambia la forma de trabajo	117	21	12	54	30
Reducción de Personal	29	1	6	6	16
Aumento personal calificado	61	7	2	20	32
Otros	6	-	2	-	4
<u>Problemas para la Operatividad</u>					
Técnicos	50	2	4	20	24
Financieros	22	4	8	4	6
Capacitación	38	8	2	16	12
Asimilación	33	9	2	10	12
Cultura Organizacional	80	8	8	26	38
Otros	30	2	4	12	12

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, *Boletín de Política Informática*, México, núm. 2, 2000.

siendo los primeros en las empresas medianas y grandes, los primeros al mismo nivel de los financieros en las empresas pequeñas, y los segundos después de los problemas de asimilación de las micro empresas.

CARACTERÍSTICAS DEL E-COM SEGÚN EL TAMAÑO DE LA EMPRESA

Microempresa. Aumenta su interés en hacer Comercio Electrónico; sin embargo, esta percepción es parcial ya que los datos que están disponibles corresponden a 24 empresas únicamente, siendo que este segmento representa alrededor del 80% de las empresas del país. El tipo de e-Com que desarrolla es la asesoría de servicios, seguida por la publicidad y promoción, y los servicios postventa. La experiencia en lo general es de uno a dos años, revelando un interés por ampliar las ventas por este medio, en el corto plazo. Los motivos para hacer este tipo de comercio es por solicitud de los clientes, fundamentalmente, seguido por la posibilidad de abrir nuevos mercados, siendo el requisito más importante para hacer estos negocios la confidencialidad en el manejo de datos, seguido por la seguridad.

Pequeña Empresa. Esta primera exploración permite identificar que existen pequeñas em-

presas que llevan más de 2 años en el e-Com haciendo operaciones de ventas, pedidos y órdenes de compras y asesoría de servicios básicamente, manifestando un interés por la recepción de pagos y por los servicios postventa, y declarando que en estos casos el e-Com tiene un papel determinante como principal fuente de competitividad. De las empresas de la muestra que todavía no hacen e-Com, un 60% manifestó interés en empezar a hacerlos en menos de un año, motivadas por la necesidad de dar respuesta a las solicitudes de los proveedores y a la necesidad de fortalecer su competitividad.

Mediana Empresa. Interesada en ampliar el uso de e-Com en un plazo menor de un año, la mediana empresa lo usa principalmente en las ventas, seguida por los pedidos/órdenes de compra y la interacción con los clientes. Con experiencia de uno a dos años en estos negocios, los datos registran su interés por aumentar su uso hacia la captación de pedidos/órdenes de compra, pese a los problemas técnicos señalados como problema principal, y a los subsecuentes problemas de cultura organizacional. Este estrato es el único que marca un perfil claro de competitividad, al registrarse como motivo para hacer e-Com la búsqueda de mayor competitividad, la incursión a nuevos mercados

y la respuesta a las solicitudes de los clientes, considerándolo una nueva área que complementa sus negocios, afectando a toda la organización y también a las áreas de interés específico del negocio.

Gran Empresa. Este segmento es el que registra un mayor número de empresas que hacen e-Com, con experiencia mayor de dos años en esta actividad, y también el que registra el mayor número de empresas con interés en hacerlo en el corto plazo, en particular en materia de interacción con clientes y en forma complementaria a sus negocios. Los motivos que predominan para hacer e-Com en este segmen-

El sector manufacturero revela una mayor integración de la cadena de valor, destacando el tipo de interacción relacionada con los pedidos y órdenes de compra (relacionamiento con proveedores), las ventas (relacionamiento con comprador), la asesoría a servicio, y la recepción de pagos (relacionamiento con sector financiero). El sector servicios más bien interactúa con los clientes y presta asesoría de servicio, mientras que el sector comercio se orienta a las ventas (Tabla 8).

Tabla 8 Empresas que efectúan Comercio Electrónico por Sector Seleccionado

Usuarios y Tipo de e-Com	Total	Comercio y Relacionados	Manufactura y Relacionados	Servicios Seleccionados
Usuarios				
Hace e-Com	118	22	54	42
No hace e-Com	36	12	14	10
Tiene interés	83	12	55	16
Tipo de e-Com				
Publicidad y promoción	20	8	8	4
Interacción/Clientes	42	8	18	16
Ventas	48	14	26	8
Pedidos y Órdenes de Compra	44	12	28	4
Asesoría a servicio	30	2	14	14
Recepción de Pagos	20	4	12	4
Servicios post-venta	14	4	6	4
Otros	20	2	10	8

Fuente: Erosa, Victoria E., INEGI, *Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México. Boletín de Política Informática. México. núm. 2, 2000.*

to son primero, dar respuesta a las solicitudes de sus clientes, seguido por la necesidad de tener mayor competitividad, siendo el requisito predominante el de la seguridad de la operación.

EMPRESAS QUE PRACTICAN E-COM POR TIPO Y COMPARACIÓN SECTORIAL

La comparación de los datos de los tres sectores permite identificar al sector manufacturero como el de mayor concentración de actividades de e-Com, seguido a distancia respetable por el sector servicios.

COMERCIO ELECTRÓNICO Y EDUCACIÓN SUPERIOR EN MÉXICO

Algunos elementos de e-Com se están convirtiendo en requisitos para hacer negocios, la velocidad en que se acortan los ciclos de vida de la tecnología significa que algunos nuevos modelos de negocios creados por la tecnología están dando sólo un pequeño margen de ventaja competitiva antes de convertirse en una condición para hacer negocios. Las empresas están dándose cuenta de que los modelos de negocios existentes están cambiando y que deben, o adaptarse rápidamente o enfrentar

retos permanentemente crecientes de competidores más ágiles, que inclusive no existían hace unos años. Se amplía el número de organizaciones que sólo colocan órdenes de compra, y que efectúan pagos vía electrónica. La instrumentación de e-Com es más retadora debido a que demanda mucho más colaboración entre clientes y proveedores, las empresas y organizaciones tienen que desarrollar estrategias y proyectos de e-Com, ...pero primero tienen que encontrar a los profesionales que lo hagan.

Afortunadamente, existe una mayor comprensión que en el pasado de la relación que existe entre el sector educativo y la creación de actividades de negocios, y de la importancia de la pertinencia en los programas educativos. En el ambiente del Comercio Electrónico se presenta un nuevo escenario para la educación, en el que se precisa la convergencia de diversas disciplinas para enfrentar el reto: las disciplinas relacionadas con los negocios interactúan formando un tejido con las disciplinas tecnológicas y con las dedicadas al comportamiento humano, a los ambientes legales. La decisión respecto a la educación de y para las actividades de e-Com ya no es respecto a si se deben o no instrumentar programas educativos relacionados, es un asunto de cómo y cuando sumarse a esta tendencia mundial.

CONSIDERACIONES SOBRE EL CÓMO

- a) Apoyo en el Marco de las Teorías de Educación
 - * Teoría del Aprendizaje Significativo.- Uso de aplicaciones inmediatas
 - * Teoría del Diseño Instruccional.- Producción de Materiales para el desarrollo de Habilidades

- b) Administración de la Estructura Curricular
 - *Tipo de Intervención:
 - Integración de Tema
 - Diseño de Curso
 - Diseño de Programa
 - Talleres de Aplicación
 - Proyectos de Investigación y Desarrollo
 - *Por Nivel:
 - Programa de Licenciatura
 - Programa de Especialidad
 - Programa de Maestría

Formación de Emprendedores
Programa de Extensión: Seminarios,
Talleres, Diplomados

- c) Selección de Modelos de Transmisión
 - *Sistema Presencial
 - *Sistema A Distancia.- Transmisión por Video unidireccional/bidireccional; Transmisión en Línea; Sincrónico/Asincrónico; In-Situ/en Sede.

- d) Definición de la Intensidad de la Vinculación con el Medio
 - *En colaboración con los proveedores de tecnología y con los usuarios
 - *En asociación con los proveedores y con los usuarios
 - *Prestación de servicios integrales.- (enseñanza-asesoría-consultoría-instrumentación)

- e) Determinación de Tácticas
 - *Determinar las fronteras del campo de acción de la iniciativa de e-Com. Énfasis en plataforma tecnológica, en Estrategias de Negocios, en formación de empresas de e-Com; en administración de iniciativas de e-Com.
 - *Redefinir permanentemente el servicio para agregar valor.
 - *Retar a la sabiduría convencional.- asumir riesgos... poner a trabajar la creatividad...
 - *Ni siquiera pensar que una iniciativa de educación en e-Com puede hacerla una sola unidad/institución.
 - *Prepararse para atender a la Generación de la Era de la Información.- El segmento de la población que ha "crecido" con la tecnología y está formando una nueva cultura tecnológica.

CONSIDERACIONES SOBRE EL CUÁNDO

Administración del Ciclo de la Innovación (Rogers, 1983).

Dentro de la perspectiva de la cultura organizacional, y de las actitudes y conductas respecto al cambio tecnológico, la Teoría de la Difusión de Rogers (1981), al considerar que no todos los individuos/organizaciones adoptan una innovación al mismo tiempo. Al tener una secuencia de tiempo es posible establecer categorías, ofreciendo así un marco de referencia para que las organizaciones identifiquen su

posición en la curva de la adopción (distribución normal), para estimar cuándo desarrollar iniciativas de e-Com en el ambiente de la educación superior. Conforme a este marco analítico, las categorías de adopción de la Tecnología son cinco:

- * Innovador (2.5%).- Impaciente por probar ideas nuevas, maneja la incertidumbre, asume riesgos. La adopción es inmediata. Cambian los paradigmas, son líderes.
- * Adopción temprana (13.5%).- Usa discretamente las ideas nuevas, analiza la conveniencia de la adopción, es líder de opinión, es la referencia de otros antes de probar las ideas nuevas. La adopción en corto plazo.
- * Mayoría (34%).- Adopción de las nuevas ideas antes que el promedio de los miembros de un sistema social, deliberadamente esperan un período para la adopción, rara vez son líderes, casi siempre seguidores. Adopción en el mediano plazo.
- * Adopción Tardía (34%).- Escépticos, sólo adoptan las nuevas ideas después de que la mayoría lo ha hecho, responden a presiones sociales, económicas o a la necesidad de sobrevivencia. Adopción a largo plazo.
- * Rezagados (16%).- Tradicionales, son los últimos en adoptar una innovación en el sistema social, su punto de referencia es el pasado, es común que cuando finalmente adopten una innovación, ya los innovadores estén iniciando el ciclo otra vez. Adopción a muy largo plazo.

CONCLUSIÓN

El escenario de creciente globalización de los negocios, de operación de nuevas prácticas de negocios basadas en el interacciones por medios electrónicos, de modelos de negocios en los que se precisa integrar cadenas de valor y de evolución acelerada de las Tecnologías de Información, está presionando a las organizaciones a adoptar el e-Com, generando con ello una nueva demanda de profesionistas, técnicos y especialistas para diseñar, instrumentar y administrar las iniciativas resultantes. La responsabilidad de la Academia de responder a este reto, en consistencia con el concepto de pertinencia, plantea la inminente acción de considerar el desarrollo de programas de Educación Superior dentro de su agenda de prioridades. La presión que genera la multiplicación acelerada del e-Com constituye un reto para modificar los tiempos de respuesta de las instituciones de educación.

BIBLIOGRAFÍA

BANAMEX- ACCIVAL. México. Informe Anual, 1999.

Diario Oficial de la Federación, 29 de Mayo de 2000. Código de Comercio, Título II. Art. 89.

Erosa, Victoria E., INEGI, Reacción en Cadena: Las Tendencias del Comercio Electrónico en México, *Boletín de Política Informática*. México, núm 2, 2000

Rogers, E., *Diffusion Of Innovations*, Free Press. Tercera edición, 1983.



UNIVERSIDAD LA SALLE

Maestrías:

- Administración Educativa.
 - Administración.
 - Calidad.
- Docencia Universitaria.
 - Docencia Jurídica.
 - Enseñanza Superior.
- Ingeniería Económica y Financiera.
- Planeación y Sistemas Empresariales.
 - Recursos Humanos.
 - Sistemas Computacionales.
- Administración de Instituciones de Salud.
 - Negocios Internacionales.
 - Filosofía Social.

Informes:

Dirección de Posgrado e Investigación

Tel. 57-28-05-21



Quantum Chemistry and Its Application to Life Science

Misako Aida

Biophysics Division, National Cancer Research Institute

5-1-1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104, Japan

Masaki Hayashi

Department of Theoretical Physics, School of Life Science

Tokyo University of Pharmacy and Life Science Horinouchi, Hachioji, Tokyo 192-03, Japan
and

Honorio Vera Mendoza

Universidad Iberoamericana-Golfo Centro

Km. 3.5 Carr. Fed. Puebla-Atlixco

A.P. 1436 C.P. 72430

Puebla, Pue. México.

<honovera@uiagc.pue.uia.mx>

RESUMEN

Para lograr penetrar a la esencia de las reacciones químicas y de los fenómenos biológicos, uno tiene que apoyarse inevitablemente en la teoría cuántica que describe interacciones entre átomos y moléculas. Sin embargo, es generalmente imposible analizar o diseñar analíticamente las estructuras de moléculas exactamente sobre la base de la mecánica cuántica, a excepción de algunos casos especiales. Así se ha desarrollado una variedad de métodos de aproximación en química cuántica, contribuyendo enormemente al desarrollo de la química y sus campos de aplicación. En este trabajo describimos los conceptos importantes de la química cuántica, tales como el método orbital molecular, la teoría de la frontera del electrón, la interacción intermolecular, etc. y revisamos sus aplicaciones en los campos de la vida científica. *Palabras clave:* teoría cuántica, método orbital molecular, teoría de la frontera del electrón, interacción molecular.

ABSTRACT

In order to get insight into the essence of chemical reactions and biological phenomena, one inevitably has to rely upon the quantum theory which describes interactions among atoms and molecules. However, it is generally impossible to analyze or design analytically the structures of molecules exactly on the basis of quantum mechanics except some special cases. Therefore a variety of approximate methods have been developed in quantum chemistry, thus greatly contributing to the development of chemistry and its application fields. In this paper we describe the important concepts in quantum chemistry such as the molecular orbital method, the frontier electron theory, the intermolecular interaction, etc. and review their applications to the life science fields.

Keywords. quantum theory, molecular orbital method, frontier electron theory, intermolecular interaction.

INTRODUCTION

Quantum mechanics was established in 1926 when E. Schrödinger formulated the wave equation, the Schrödinger equation, and independently to him when W. Heisenberg formulated the matrices mechanics. Nowadays it is well re-

cognized that quantum mechanics forms a basis of not only physics but also chemistry.

The question how atoms are combined to form a molecule has been a long-time puzzle. In 1916 G.N. Lewis presented an idea supporting that when forming a molecule out of neutral

atoms, two of these atoms share a pair of electrons to create a combining force. However, the reason why a combining force is generated in such a way was not clear. In 1927, one year after the foundation of quantum mechanics, W. Heitler and F. London clarified the issue of what force acted among two neutral hydrogen atoms to form a hydrogen molecule by solving the Schrödinger equation. The concept of "covalent bond" which is so common nowadays derives from the wave behaviour of electrons. Such concept could not have been understood without quantum mechanics.

The discovery of the periodic table of elements dates back to 1869 when D.I. Mendeleev found that the chemical nature varies periodically when chemical elements are arranged in the order of atomic weight. At the time of discovery of the periodic table, which was created deductively from the chemical nature of elements, it was considered to be a pure empirical rule. However, as the construction of quantum mechanics progressed and the atomic structures were more clearly understood, it became clear that the periodic table originates from the quantum-mechanical concept of "orbital". The present periodic table describes how many electrons are located in each possible atomic orbital. The elements which belong to the same group in the periodic table possess a similar configuration for the "valence electrons" which occupy the outermost orbital. The valence electrons play crucial role in determining chemical nature of atoms. In this way the periodic table can be understood from the standpoint of electron configuration in atoms built according to the quantum-mechanical principles. This fact already indicates clearly that the basic principles in chemistry are based on quantum mechanics.

As pointed out by P.A.M. Dirac (1), all of the issues in chemistry can be clarified by quantum mechanics in principle. However, it is generally impossible to analyze or design analytically the structures of molecules strictly on the basis of quantum mechanics except a few special cases. Therefore a variety of approximate methods have been developed in quantum chemistry (2-5), thus greatly contributing to the development of chemistry and its application fields. The electrons in an atom or molecule can be described by means of atomic orbital functions or molecular orbital functions, respectively. By using the

concept of the molecular orbital method one can calculate and understand a variety of properties of molecules as well as the mechanism of their chemical reactions.

Quantum chemistry is also deeply related to the life science fields such as pharmacology and medical science. This is because the mechanism of various reactions in an organism can be understood by quantum chemistry. Quantum chemistry plays also a crucial role in understanding deeper the essence of "life" by clarifying various properties of biopolymers (proteins, nucleic acids, etc.).

In Section 2 we explain the molecular orbital method which forms a basis of quantum chemistry, and in Section 3 and Section 4 we describe the frontier electron theory and the intermolecular interaction together with its applications to life science fields, respectively. Section 5 summarizes the paper.

Molecular Orbital Method

The Schrödinger equation which describes the electron behaviour moving around a nucleus is expressed as follows:

$$\hat{H}^e \psi^e = E \psi^e, \quad (\text{Eq. 1})$$

Where \hat{H}^e , the Hamiltonian operator of the electrons, consists of two terms: the kinetic energy of electrons moving around in the field of a nucleus, \hat{T}^e and the Coulomb potential energy between electrons and nucleus, \hat{V} . That is,

$$\hat{H}^e = \hat{T}^e + \hat{V}. \quad (\text{Eq. 2})$$

The symbol \hat{H}^e in \hat{H}^e for example, expresses that \hat{H}^e is the operator and the subscript e means that it describes electron(s). Using the atomic unit system, \hat{T}^e and \hat{V} are expressed as

$$\hat{T}^e = -\frac{1}{2} \sum_{\mu}^{\text{electrons}} \left(\frac{\partial^2}{\partial x_{\mu}^2} + \frac{\partial^2}{\partial y_{\mu}^2} + \frac{\partial^2}{\partial z_{\mu}^2} \right), \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\hat{V} = - \sum_{\mu}^{\text{electrons}} \sum_{A}^{\text{nuclei}} \frac{Z_A}{r_{\mu A}} + \sum_{\mu > \nu}^{\text{electrons}} \frac{1}{r_{\mu\nu}}, \quad (\text{Eq. 4})$$

respectively. In the atomic unit system one uses as the fundamental units the mass of electron, m , the Planck constant divided by 2π , $\hbar (= h/2\pi)$ and $e^2/4\pi\epsilon_0$ (e : the absolute value of electron charge). In this system the unit of length is measured by \hbar^2/me^2 and the unit of energy is measured by me^4/\hbar^2 . Z_A is the charge of the nucleus of an atom A . Since the kinetic energy of electrons and the electrostatic potential energy between the μ -th electron and the nucleus A depend only on the coordinate of the μ -th electron, they are called one-electron term. On the other hand, the Coulomb repulsion energy between the μ -th and ν -th electrons depends on the coordinates of two electrons, hence is called two-electron term. Separating the Hamiltonian of electrons into the one-electron term and the two-electron term, one can write:

$$\hat{H}^e = \sum_{\mu} \hat{H}(\mu) + \sum_{\mu > \nu} \frac{1}{r_{\mu\nu}}, \quad (\text{Eq. 5})$$

where $\hat{H}(\mu)$ is

$$\hat{H}(\mu) = -\frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2}{\partial x_{\mu}^2} + \frac{\partial^2}{\partial y_{\mu}^2} + \frac{\partial^2}{\partial z_{\mu}^2} \right) - \sum_A \frac{Z_A}{r_{\mu A}}. \quad (\text{Eq. 6})$$

The wave function of electrons, ψ^e , is

expressed by the so-called Slater matrix which is the combination of molecular orbitals to which each electron belongs. In the case when an electron with spin α and an electron with spin,

β are located in one molecular orbital ϕ_i and correspondingly $2n$ electrons are located in n molecular orbitals, the wave function, ψ^e , can be expressed as

$$\psi^e = \frac{1}{\sqrt{(2n)!}} \begin{vmatrix} \phi_1(1)\alpha(1) & \phi_1(1)\beta(1) & \phi_2(1)\alpha(1) & \dots & \phi_n(1)\beta(1) \\ \phi_1(2)\alpha(2) & \phi_1(2)\beta(2) & \phi_2(2)\alpha(2) & \dots & \phi_n(2)\beta(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_1(2n)\alpha(2n) & \phi_1(2n)\beta(2n) & \phi_2(2n)\alpha(2n) & \dots & \phi_n(2n)\beta(2n) \end{vmatrix} \quad (\text{Eq. 7})$$

where $1/\sqrt{(2n)!}$ is a normalization constant. Assuming that the molecular orbitals constitute the normalized orthogonal system, one can write

$$\int \bar{\phi}_i(\mu) \phi_j(\mu) d\nu_{\mu} = \delta_{ij}, \quad (\text{Eq. 8})$$

where $\bar{\phi}_i$ is the complex conjugate of ϕ_i and δ_{ij} is Kronecker's symbol taking the value 1 for $i = j$ and 0 for $i \neq j$. The total energy of electrons is obtained by multiplying the complex conjugate of ψ^e to each side of (Eq. 1) from the left and integrating it over the whole space. That is,

$$\begin{aligned} E &= \int \bar{\psi}^e \hat{H}^e \psi^e d\nu, \\ &= \sum_i H_i + \sum_{i,j} (2J_{ij} - K_{ij}), \end{aligned} \quad (\text{Eq. 9})$$

where H_i , J_{ij} and K_{ij} in (9) read

$$H_i = \int \bar{\phi}_i \hat{H}(\mu) \phi_i(\mu) dv_\mu, \quad (\text{Eq. 10})$$

$$J_{ij} = J_{ji} = \int \bar{\phi}_i(\mu) \phi_i(\mu) \left(\frac{1}{r_{\mu\nu}} \right) \bar{\phi}_j(\nu) \phi_j(\nu) dv_\mu dv_\nu, \quad (\text{Eq. 11})$$

$$K_{ij} = K_{ji} = \int \bar{\phi}_i(\mu) \phi_j(\mu) \left(\frac{1}{r_{\mu\nu}} \right) \bar{\phi}_j(\nu) \phi_i(\nu) dv_\mu dv_\nu, \quad (\text{Eq. 12})$$

respectively. H_i , which is called "core integral", is the energy of an electron in a molecular orbital, ϕ_i , moving in the attractive field of electrostatic potential of the nucleus. J_{ij} , which is called "Coulomb integral", is the repulsion energy between an electron in a molecular orbital, ϕ_j , and an electron in a molecular orbital, \hat{j}_i . K_{ij} , which is called "exchange integral", is specific to quantum mechanics and is derived from the fact that the wave function is expressed by the Slater matrix, (Eq. 7). Note that differing from H_i and J_{ij} , K_{ij} cannot be interpreted by the classical term. Furthermore defining the Coulomb operator, \hat{j}_i , and the exchange operator, \hat{K}_i , as

$$\hat{j}_i \phi(\mu) = \left(\int \frac{\bar{\phi}_i(\nu) \phi_i(\nu)}{r_{\mu\nu}} dv_\nu \right) \phi(\mu), \quad (\text{Eq. 13})$$

$$\hat{K}_i \phi(\mu) = \left(\int \frac{\bar{\phi}_i(\nu) \phi(\nu)}{r_{\mu\nu}} dv_\nu \right) \phi_i(\mu), \quad (\text{Eq. 14})$$

J_{ij} and K_{ij} in (Eq. 11) and (Eq. 12) can be reformulated as

$$J_{ij} = J_{ji} = \int \bar{\phi}_i(\mu) \hat{j}_i \phi_j(\mu) dv_\mu, \quad (\text{Eq. 15})$$

$$K_{ij} = K_{ji} = \int \bar{\phi}_i(\mu) \hat{K}_j \phi_i(\mu) dv_\mu, \quad (\text{Eq. 16})$$

The molecular orbital δE can be obtained from the condition that the total energy of electrons, E , in (Eq. 9), takes the minimum value for the real molecular orbital. To fulfill such condition, the variation δE has to equal to 0 when ϕ_i gets small changes, $\phi_i \longrightarrow \phi_i + \delta \phi_i$ in (Eq. 9). Thus taking the variation of (9), we obtain

$$\delta E = \sum_i \delta H_i + \sum_{i,j} (2\delta J_{ij} - \delta K_{ij}), \quad (\text{Eq. 17})$$

where δH_i , δJ_{ij} and δK_{ij} in (17) read

$$\delta H_i = \int \delta \bar{\phi}_i(\mu) \hat{H}(\mu) \phi_i(\mu) dv_\mu + \int \bar{\phi}_i(\mu) \hat{H}(\mu) \delta \phi_i(\mu) dv_\mu, \quad (\text{Eq. 18})$$

$$\delta J_{ij} = \int \delta \bar{\phi}_i(\mu) \hat{j}_i \phi_j(\mu) dv_\mu + \int \bar{\phi}_i(\mu) \hat{j}_i \delta \phi_j(\mu) dv_\mu, \quad (\text{Eq. 19})$$

$$\delta K_{ij} = \int \delta \bar{\phi}_i(\mu) \hat{K}_j \phi_i(\mu) dv_\mu + \int \bar{\phi}_i(\mu) \hat{K}_j \delta \phi_i(\mu) dv_\mu. \quad (\text{Eq. 20})$$

One has to derive the equations under the normalized orthogonal condition for ϕ_i , i.e. (Eq. 8). Thus taking the variation of the normalized orthogonal condition in (Eq. 8) as:

$$\int (\delta\bar{\phi}_i)\phi_j d\nu + \int (\delta\phi_i)\bar{\phi}_j d\nu = 0.$$

(Eq. 21)

Summing up (Eq. 21) multiplied by an undetermined constant, $-\varepsilon_{ij}$ and the (Eq. 17), we obtain

$$\int \delta\bar{\phi}_i \left\{ \hat{H} + \sum_j (2\hat{J}_j - \hat{K}_j) - \sum_j \varepsilon_{ij} \right\} \phi_j d\nu + (\text{complex conjugate}) = 0$$

(Eq. 22)

In order to hold (Eq. 22) for arbitrary $\delta\phi_i$, the following conditions should be satisfied.

$$\left\{ \hat{H} + \sum_j (2\hat{J}_j - \hat{K}_j) \right\} \phi_i = \sum_j \varepsilon_{ji} \phi_j.$$

(Eq. 23)

The elements of Hermitian matrix ε_{ij} can be diagonalized by a unitary transformation. Denoting the diagonalized value of ε_{ij} as ε_i and introducing the notations:

$$\hat{F} = \hat{H} + \sum_j (2\hat{J}_j - \hat{K}_j),$$

(Eq. 24)

(Eq. 23) can be expressed as:

$$\hat{F}\phi_i = \varepsilon_i \phi_i,$$

(Eq. 25)

(Eq. 25) is called Hartree-Fock equation.

In case of an atom, the Hartree-Fock equation becomes one dimensional integro-differential equation with a variable r , a distance from a nucleus to an electron, and thus it can be solved numerically with high accuracy. In case of a molecule, however, solving the Hartree-Fock equa-

tion directly by numerical integration is almost impossible except for simple diatomic molecule cases. Then to proceed further, we assume that the wave function of an electron in a molecule, ϕ_i (molecular orbital), is expressed by the combination of the wave functions χ_r (atomic orbital) of electrons in atoms which constitute the molecule as:

$$\phi_i = \sum_r \chi_r c_{ir}.$$

(Eq. 26)

Since in (Eq. 26) the molecular orbital (MO) is approximated by the linear combination (LC) of atomic orbitals (AO), such approximation is called LCAO-MO method. Substituting (Eq. 26) into (Eq. 25), multiplying it by $\bar{\phi}_i$ from the left and integrating it over the whole space, one can get the following Hartree-Fock-Roothaan equation:

$$\mathbf{F}\mathbf{c}_i = \varepsilon_i \mathbf{S}\mathbf{c}_i,$$

(Eq. 27)

where \mathbf{c}_i and \mathbf{S} are matrices. The Fock operator, \hat{F} , is expressed by the sum of one-electron term, \hat{H} , and of two-electron term, \hat{P} , as

$$\hat{F} = \hat{H} + \hat{P}.$$

(Eq. 28)

Putting the Fock operator \hat{F} between $\bar{\chi}_r(\mu)$ and $\chi_s(\mu)$ and integrating it over the whole space (v_μ) of the μ -th electron, one gets

$$H_{rs} = \int \bar{\chi}_r(\mu) \hat{F} \chi_s(\mu) dv_\mu,$$

(Eq. 29)

$$P_{rs} = \int \bar{\chi}_r(\mu) \hat{P} \chi_s(\mu) d\nu_\mu = \sum_{t,u} P_{rs,tu} \cdot D_{tu}, \quad (\text{Eq. 30})$$

where

$$D_{tu} = \sum_j 2\bar{\chi}_j c_j, \quad (\text{Eq. 31})$$

$$P_{rs,tu} = (rs|tu) - \frac{1}{2}(rt|su), \quad (\text{Eq. 32})$$

and

$$(rs|tu) = \int \bar{\chi}_r(\mu) \bar{\chi}_s(\mu) (1/r_{\mu\nu}) \chi_t(\nu) \chi_u(\nu) d\nu_\mu d\nu_\nu. \quad (\text{Eq. 33})$$

The elements of matrix **S** are expressed as

$$S_{rs} = \int \bar{\chi}_r(\mu) \chi_s(\mu) d\nu_\mu. \quad (\text{Eq. 34})$$

Rewriting (Eq. 27) as

$$\sum_r c_{ir} (F_{rs} - \varepsilon_i S_{rs}) = 0, \quad (\text{Eq. 35})$$

where

$$F_{rs} = \int \bar{\chi}_r(\mu) \hat{F} \chi_s(\mu) d\nu_\mu, \quad (\text{Eq. 36})$$

we obtain the secular equations representing a system of linear equations of c_{ir} . Solving the

secular equations and obtaining a set of c_{ir} , one can compose the molecular orbital from (Eq. 26). However, one can realize from (Eq. 31) that the system of (35) is not solvable without knowing the LCAO coefficient, c_{ir} . So usually one proceeds as follows: first solve (Eq. 35) and obtain F_{rs} by assuming in some way values of c_{ir} . Next, use thus obtained F_{rs} and solve again the system of (Eq. 35) to get a new set of c_{ir} . If the new set and the old set of c_{ir} do not coincide, the system of (Eq. 35) should be solved by using F_{rs} with the new set of c_{ir} . This procedure is repeated until the two sets of c_{ir} converge to coincide. The converging solutions obtained in this way are said to be self-consistent(SC) and correspondingly the molecular orbitals are said to be in a self-consistent-field (SCF). This method of deriving the molecular orbitals is called LCAO-SCF-MO method. Until now, we have derived the equations assuming the closed shell system. In the case of the open shell system one can proceed similarly.

Now multiplying $\bar{\phi}_i$ to both sides of (Eq. 25) from the left and integrating over the whole space of the $\mu - ih$ electron, one gets

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= \int \bar{\phi}_i(\mu) \hat{F} \phi_i(\mu) d\nu_\mu, \\ &= H_i + \sum_j (2J_{ij} - K_{ij}). \end{aligned} \quad (\text{Eq. 37})$$

The first term in the right hand of (Eq. 37) represents the sum of the kinetic energy and the Coulomb energy (in the field of the nucleus) of the electron in the molecular orbital, ϕ_i , and the second term represents the repulsion energy among the electrons. The energy which includes all the types of electron energy in the molecular orbital, ϕ_i , is called orbital energy.

The orbital energy ϵ_i is related to the ionization energy and/or electron affinity.

In the case when $2n$ electrons enter into n molecular orbitals, $\phi_i (i = 1 \sim n)$, one can transform the equations by assigning these $2n$ electrons to each atom or each pair of atoms as follows:

$$\begin{aligned}
 2n &= \sum_i \int 2\bar{\phi}_i(\mu)\phi_i(\mu)d\nu_\mu, \\
 &= \sum_i \left(\sum_r 2\bar{c}_{ir}c_{ir} + \sum_{r \neq s} \sum 2\bar{c}_{ir}c_{is}S_{rs} \right), \\
 &= \sum_i \int 2 \sum_r \bar{\chi}_r(\mu)\bar{c}_{ir} \sum_s \chi_s(\mu)c_{is}d\nu_\mu, \\
 &= \sum_i \left[\sum_A \left\{ \sum_{r \in A} (2\bar{c}_{ir}c_{ir} + \sum_{B \neq A} \sum_{s \in B} (2\bar{c}_{ir}c_{is}S_{rs})) \right\} \right], \\
 &= \sum_A \left\{ \sum_{r \in A} (D_{rr} + \sum_{B \neq A} \sum_{s \in B} D_{rs} \cdot S_{rs}) \right\}, \\
 &= \sum_A N_A.
 \end{aligned}$$

(Eq. 38)

In rewriting the formulas we used the normalization condition for each AO. $\sum_{r \in A}$ means the summation over the atomic orbitals r belonging to an atom A . The density matrix D_{rs} is defined by (Eq. 31) and the overlap integral S_{rs} is defined by (Eq. 34). N_A is a number of electrons belonging to the atom A .

The molecular orbital (hereafter abbreviated as MO) method (2) can be classified into three types. In the order of accuracy of approximation from the lower level to the higher level they are: the empirical MO method, the semiempirical MO method and the ab initio MO method

- Empirical MO method
Simple Hückel method, Extended Hückel method.

- Semiempirical MO method
PPP(Pariser-Parr-Pople) method, CNDO (Complete Neglect of Differential Overlap) method, INDO(Intermediate Neglect of Differential Overlap) method, MINDO(Modified INDO) method, MNDO(Modified Neglect of Diatomic Overlap) method, AM1(Austin Model 1) method, MNDO-PM3(Parametric Method 3) method, etc.
- Ab initio MO method

The Huckel method employs the approximation where there is no interaction among electrons, so that the entire Hamiltonian is represented by a sum of only one-electron Hamiltonians. In the case of the simple Hückel method which takes into account only the contributions of p electrons the secular equation takes a rather simple form. In the early stage of development of the MO method, this method was applied mainly to larger molecules such as aromatic hydrocarbons to predict the behaviour of carbon atoms which are sensitive to electrophilic substitution reactions and/or nucleophilic displacement reactions. The method was also applied to saturated hydrocarbons treating s electrons. The extended Huckel method does not distinguish the s electrons from the p electrons and in addition it takes into account the contributions of all valence electrons. Even now, this method is sometimes applied to the calculations for a large system including transition metals. In the empirical MO methods one seldom calculates the integrals which appear on deriving the secular equation. Instead of calculating the integral values, one rather treats them as parameters whereby drastically simplifying the secular equation and shortening the calculation time. However, the results obtained remain solely at qualitative level.

In the semiempirical MO methods one uses some sort of approximations to simplify calculation of the Fock operators. There are a variety of approximations which allow more quantitative considerations than in the case of the empirical methods. It may safely be accepted that the calculated heats of formation using the MNDO-PM3 method reproduce well the experimental values. However, when using the semiempirical MO methods, one has to be careful what approximations were used and which experimental values were used for the integrals.

The ab initio MO method does not rely upon any approximations in calculating the Fock operators. However, the method is not almighty. The accuracy of the ab initio MO method depends on the quality of the basis functions and the type of wave functions applied. There are a variety of basis functions which can be selected depending on the purpose of the calculations. Correspondingly one has to decide what level of basis functions or wave functions should be used depending on what physical quantities are to be calculated. Thanks to the recent rapid advance in computer technology the ab initio MO method is now finding wide applications.

The structures of molecules obtained by the ab initio MO method have been compared so far with the ones obtained by experiments in various cases and the level of reliability of the structures by this method (depending on the basis functions used) is now well established. Now the structures obtained by the ab initio MO method are seldom questioned if only one is careful in choosing the basis function system. Moreover, not only the most stable structure for a molecule, but also other structures and their relative stabilities can be analyzed by calculation. Although the most stable structure can be achieved by experiments as well, it is difficult to realize unstable structures experimentally. Therefore, the ab initio MO method can provide with the precious informations on the molecular structures of various isomers and the relative stabilities and/or the molecular structures in the excited states.

Frontier Electron Theory

K. Fukui of Kyoto University was awarded a Nobel prize for chemistry in 1981 by his achievement in the "frontier electron theory" (6). According to the theory, it is possible to predict in which part of a molecule and with what probability a certain chemical reaction can take place by examining the orbital energy of the specific orbital called "frontier orbital", signs as well as size of the LCAO coefficients. The MO method allows to know the location in the molecules where and with what probability a reaction takes place. When $2n$ electrons are located on n molecular orbitals, these n orbitals are called occupied orbitals. On the other hand the orbitals in higher energy where no electrons are located are called unoccupied orbitals. Among the occupied orbitals the highest occupied molecular orbital HOMO is most related to the reactions. Among the unoccupied orbitals the lowest unoccupied orbital LUMO is most involved in the reactions. The HOMO and the LUMO are both called frontier orbitals, and the electrons which occupy those orbitals are called frontier electrons (Fig. 1).

The frontier electron theory predicts the locations in a molecule where reactions take place with the highest probability as follows:

- An electrophilic reaction takes place at the location where the (probability) density of electrons belonging to the HOMO is the highest, that is, the place where $2(c_{\text{HOMO},r})^2$ takes the largest value.

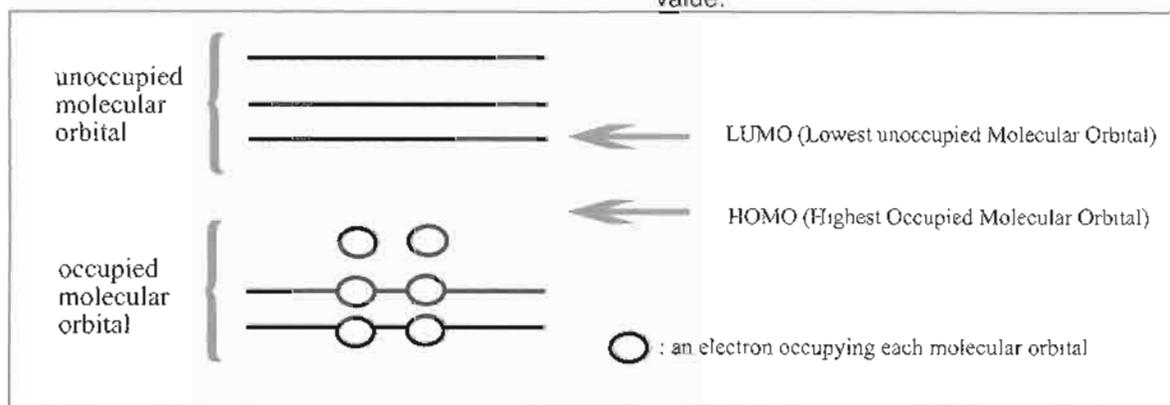


Figure 1:

- A nucleophilic reaction takes place at the location where two electrons are located on the LUMO, that is, the place where the density of these two electrons, $2(c_{\text{LUMO},r})^2$, takes the largest value.
- A radical reaction takes place at the location where the sum of density of two electrons, one on the HOMO and the other on the LUMO takes the largest value.

Before the invention of the frontier electron theory (1952), the necessity had been believed to examine in detail all the orbitals where electrons are located in order to find the location where reactions go with high probability. Fukui could simplify the situation by showing that it is enough to examine only the HOMO in the case of electrophilic reactions while the LUMO in the case of nucleophilic reactions among those orbitals.

This method was established in 1952 by applying the Hückel method to aromatic hydrocarbons (conjugated compound) and comparing the results with a number of experimental facts. It has been demonstrated that the maximum factor deciding reactions is the stabilization due to the localization of electrons in the transition state. That is, it is the frontier electrons that contribute at most. Thanks to such progress of the theory and computer (7), nowadays, it has become possible to realize in computer graphics simulation film on the basis of the accurate calculation by the *ab initio* MO method, for example, how, when a reagent attacks a molecule, both molecules produce products.

INTERMOLECULAR INTERACTIONS

In molecular assemblies, there arise interactions among molecules. As in the case with covalent bonds which combine two atoms to form a molecule, the origin of the intermolecular interaction between two molecules is also a quantum-mechanical force. When the molecular interaction becomes stronger, chemical reactions take place by accompanying disconnection or formation of covalent bonds. There are always interactions albeit not so strong between molecules.

Intermolecular Interactions in a Living Body

In a living body we encounter a situation in which molecules are distributed not at random, but rather specific intermolecular interactions are functioning so that specific molecules are combined with certain inevitability or regularity. In addition, as in the case with antigen-antibody reaction, molecules specifically recognize another molecules, whereby identifying and eliminating objects which might be danger to the normal existence of a living body, or, on the

contrary, collecting or accepting objects which are necessary for the living body.

When certain molecules maintain physiological activity in a living body, there exist the interactions between these molecules and the biopolymers that accept them. If the molecules from another site manage to specifically couple with biopolymers such as protein, we say that the molecules have been "recognized". These molecules are called a ligand (substrate) and a receptor, respectively. Discovering a ligand with higher binding activity can lead to development of effective medicaments.

In order to identify a ligand with higher binding activity, one has to identify a molecule which possesses stronger interaction. In general in order to synthesize various molecules by repeating experiments in laboratory one needs enormous time and money. On the other hand the quantum chemical technique allows one to calculate the molecular interaction energy and charge distribution, and so on, with reliable precision. The electrostatic force which is a far-reaching force plays an important role when a biopolymer such as protein and nucleic acid interacts with a substrate. Thus, the knowledge of the charge distribution on the molecular surface provides the information about a global nature of the molecular interactions.

The situation where a molecule A "recognizes" a molecule B, but it does not "recognize" a molecule C is controlled as follows: When the A "recognizes" the B, there exists specific intermolecular interaction between these molecules. In other words the "recognition" between molecules occurs only when such specific interaction exists and if there is no such molecular interaction between the molecules A and C, the molecule A does not "recognize" the molecule C.

Hydrogen Bond

It is a hydrogen bond that plays the most crucial role in the recognition between molecules. The hydrogen bond is generally represented as $-X-H^{\delta+} \cdots Y^{\delta-}$, where X is an atom with large electronegativity such as N (nitrogen atom) and O (oxygen atom), so that a X-H bond has strong polarity: electrons are attracted to X and H (hydrogen atom) is slightly positively charged (δ^+). An atom Y possesses large electronegativity and is

slightly negatively charge (δ^-). Thus the hydrogen bond is generated by the interaction between X-H with strong polarity and Y with large electronegativity. The main feature of the hydrogen bond consists in its directionality. When X-H lines up with Y, the interaction energy becomes most stable. A concrete image of the interaction between the peptide main chains comprising protein is as shown in Fig. 2. Thus when N-H lines up with O=C, the interaction between peptides becomes most stable. On the other hand if the angle between N-H and O=C is deviated far from 180° , no stable hydrogen bonds can be formed between peptides.

In this way the stable hydrogen bonds are formed only when certain specific atoms exist in a specific configuration. They play the leading role a specific molecular interaction. An antigen-antibody reaction is often compared to a relationship between a key and keyhole.

In the antigen-antibody reaction it is the hydrogen bonds that play the leading role of specific recognition reaction

There are 8 types of hydrophobic amino acid, 4 types of charged amino acid and 8 types of polar amino acid among the amino acids that form normal protein.(8) It is the charged amino acid and the polar amino acid that are mainly involved in the formation of hydrogen bonds. The interaction between the charged groups is sometimes called an ionic bond. However, actually, the interaction between the charged groups includes largely characteristics of hydrogen bonds. For example, the interaction between a negatively charged carboxyl group ($-\text{COO}^-$) and a positively charged amino group ($-\text{NH}_3^+$) is due to a hydrogen bond whose stabilization energy shows strong directionality.

The hydrogen bond energy is about a few kcal/mol and such hydrogen bond is not stably formed unless both molecules are close enough. The distance-dependency and angle-dependency of

Applications of Quantum Chemistry to Life Science Fields

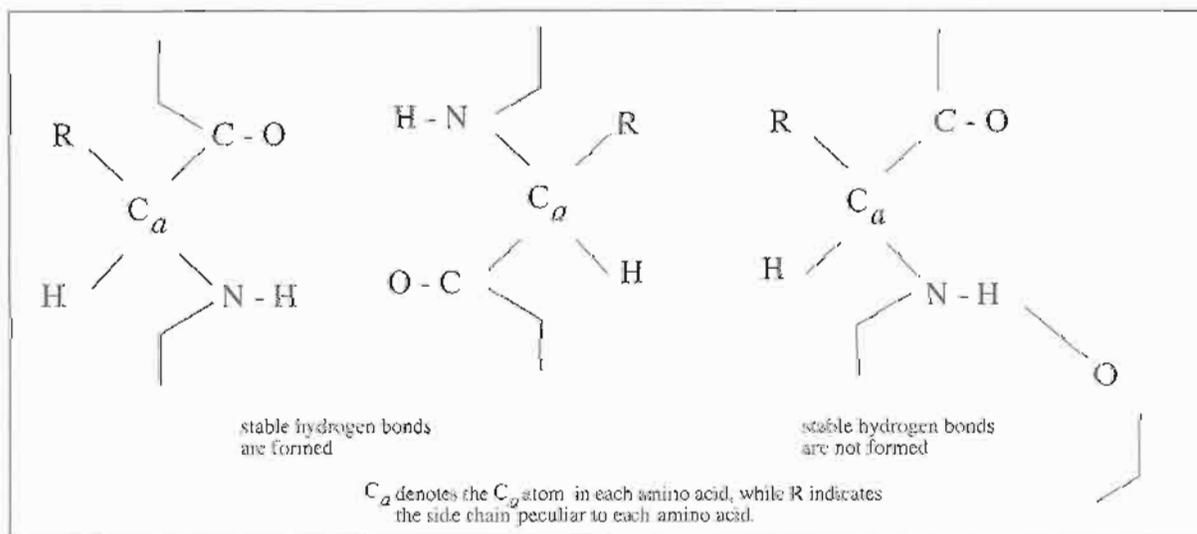


Figure 2:

The hydrogen bond energy can also be calculated in the framework of quantum-chemical methods. Thus questions such as to what level of stability molecules can be coupled etc. can be solved by quantum-chemical calculations.

DRUG DESIGN

Recently, a variety of molecular-design techniques called drug design are applied to the development of new medicaments. Rather than synthesizing a series of compounds and measuring all their activity, quantum-chemical calculations allow to obtain more effectively information about the structures and their reactions. Of course, it is impossible to produce new medicaments by basing only on the quantum-chemical calculations, but such calculations unquestionably would facilitate and assure the process of their development.

DNA and Genetic Informations

The DNAs normally exist as a double helix and contain genetic informations (9). In order for the genetic informations contained in the DNAs to be preserved forever and transmitted from generation to generation without errors, four DNA bases, adenine (A) and thymine (T), and guanine (G) and cytosine (C) play a crucial role. The fact that these bases form hydrogen-bond pairs stably provides the basis of existence of our living bodies. By clarifying the distance-dependency and angle-dependency of the hydrogen-bond energy between A and T, and between G and C by means of quantum-chemical calculations, it has been found that the relative configuration of bases in the DNA double helix corresponds to such a configuration that allows A and T, and G and C to form the hydrogen bonds. Namely, the remaining part of a DNA (sugar and phosphate group) prepares an environment in which A and T, and G and C can form the hydrogen bonds stably.

It is known that the DNAs take structures which are roughly classified into 3 types, type A, type B and type Z. The DNAs of type A and type B have a double right-handed helix structure. On the other hand the DNAs of type Z consist of an anti-clockwise helix with a zigzagged framework of sugar and phosphate groups. However, if we focus only on the hydrogen bonds between bases, the structure of hydrogen bond pairs are common to all these types. Although the sugar and phosphate groups can move freely and change the structure, the relative configuration among the bases remain unchanged. The DNA's global structure varies subtly according to the base sequence. While

protein recognizes a DNA according to the recognition of the functional groups specific to four types of bases, it is also possible that any deformation in the DNA's global structure could be a signal for the DNA recognition.

If these bases are modified or replaced by other substances, the genetic informations might be changed and the function of the resulting protein might be affected, or in some cases even the required protein might not be produced at all, or no control might be effective. Such a process might be a cause of cancer. Quantum chemistry offers a powerful tool to identify the specificity of the interactions between nucleic acid bases as well as the interactions between nucleic acid bases and amino acids. What part of the nucleic acid does protein (which controls the appearance of genetic informations of the nucleic acid) recognize and combine specifically to perform the function? -this is one of the most important themes which the modern molecular biology is actively studying. The quantum-chemical techniques in parallel with experiments are indispensable to clarify the issues.

DISCUSSION

The progress in chemistry and its application fields would not be possible without understanding the essence of chemical phenomena and reactions. Such understanding can be achieved only through quantum chemistry. By the progress in understanding a variety of chemical phenomena it becomes possible to expect synthesis of a variety of industrial products with high quality, to develop an efficient synthesis method, to compose new medicaments effectively, to clarify the causes of cancers, etc. More importantly the achievement of quantum chemistry gives stimulus to the developments of the life science fields, such as the molecular biology, and is making possible the deeper understanding of the essence of "life". As is well known life sciences find also a variety of applications in medicine, such as genetic therapy. As is explained in this paper quantum chemistry plays a fundamental role in understanding things closely related to our life.

REFERENCES

- (1) P.A.M. Dirac, *Proc. Roy. Soc. (London)*, 123, 714 (1929).

- (2) Schaefer, H.F. (ed.) Methods of Electronic Structure Theory, III, vol. 3, *Modern Theoretical Chemistry*, Plenum Press, 1977.
- (3) Schaefer, H.F. (ed.) *Applications of Electronic Structure Theory*, III, vol. 4, Plenum Press, 1977.
- (4) Segal, G.A., (ed.), Semiempirical Methods of Electronic Structure Calculation, Part A: Techniques, vol. 7, *Modern Theoretical Chemistry*, Plenum Press, 1977.
- (5) Segal, G.A., (ed.), Semiempirical Methods of Electronic Structure Calculation, Part B: Techniques, vol. 8, *Modern Theoretical Chemistry*, Plenum Press, 1977.
- (6) K. Fukui, *Theory of Orientation and Stereoselection*, Springer-Verlag, Berlin, 1975.
- (7) Kaufmann, W. J., III and L. L. Smarr, *Supercomputing and the Transformation of Science*. W. H. Freeman and Company, NY, 1993.
- (8) Branden, C., and J. Tooze, *Introduction to Protein Structure*, Garland Pub., New York, 1991.
- (9) Watson, J. D., N. H. Hopkins, J. W. Roberts, J. A. Steitz and A. M. Weiner, *Molecular Biology of the Gene*, 4th ed., Benjamin/Cummings Pub. Co., Calif., 1987.

Un Método de Perturbaciones Paramétricas para Controlar el Circuito de Chua

Hugo G. González-Hernández

Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Tecnología Avanzada (LIDETEA)

Coordinación General de Investigación, Universidad La Salle, México.

<hgonz@ci.ulsal.mx, caos@ci.ulsal.mx>

Marcos Montiel-Castellanos

Technische Universität Dresden, Institute für Grundlagen der Elektrotechnik Dresden, Alemania.

<marcos@iee.et.tu-dresden.de>

RESUMEN

El control de Caos ha sido un área de investigación en expansión en la última década. Se han desarrollado una gran cantidad de teorías y técnicas para controlar o suprimir Caos. Algunas de las técnicas más populares son los llamados métodos de perturbación paramétrica, los cuales han sido derivados del método OGY original (1). Estas técnicas utilizan un parámetro accesible del sistema para ser variado, a fin de estabilizar alguna de las Órbitas Periódicas Inestables (OPI's) empujadas en el atractor del sistema. En este trabajo se reporta la aplicación de una extensión del enfoque de OGY para controlar el circuito de Chua. Esta extensión consiste en utilizar el Mapa de Primer Retorno en lugar del Mapa de Poincaré para describir la dinámica del sistema en la vecindad de una Órbita Periódica Inestable.

Palabras clave: Caos, control, estabilización.

ABSTRACT

Chaos control has been an expanding research area over the last decade, therefore a great amount of techniques have been developed for controlling or suppressing chaos. Some of the most popular techniques are the so-called parametric perturbation methods, which are derived from the original OGY method (1). These techniques use an accessible system's parameter for being changed in order to stabilize one of the system's Unstable Periodic Orbits. In this paper we report the application of an extension from the OGY approach to control chaos in Chua's circuit. This extension consists in using a First Return Map instead of a Poincaré Map for describing the system's dynamics in the neighborhood of an Unstable Periodic Orbit.

Keywords: chaos, control, stabilization.

INTRODUCCIÓN

En la última década ha habido una gran explosión en el campo de la dinámica no lineal, especialmente concerniente al control de Caos. Esto es debido a la consideración de que las oscilaciones caóticas son un tipo peculiar de comportamiento irregular e impredecible, comúnmente considerado indeseable. Por esto, en la mayoría de los casos se trata de controlar-

lo o evitarlo lo más posible.

A pesar de los esfuerzos por parte de los investigadores en el área para controlar Caos, no se ha podido desarrollar una metodología "unificada" para el control de Caos. A diferencia de los problemas clásicos de control, donde la estabilización tiene un significado claro, la estabilización de Caos puede ser entendida en muchos sentidos diferentes (2). Algunos autores definen el objetivo de control como la estabilización de puntos de equilibrio, la eliminación de cuencas múltiples de atracción, y en algunos

casos, la estabilización de órbitas periódicas inestables. Esto nos lleva a diferentes enfoques de control (3) como los métodos de control de "rediseño", métodos de perturbaciones paramétricas, métodos de fuerza externa y métodos de ingeniería de control.

Los métodos de perturbaciones paramétricas son derivados del método desarrollado por E. Ott, C. Grebogi y J. A. Yorke, comúnmente conocido como OGY (1). Este método está basado en la idea de que un atractor caótico está compuesto por la cerradura de un número infinito de Órbitas Periódicas Inestables (OPI), y que el sistema se puede estabilizar con pequeñas perturbaciones de un parámetro accesible del sistema. En general, esto hace que la trayectoria de solución del sistema se vea forzada a pasar a través de la variedad estable de un punto fijo en un mapa que representa la dinámica del sistema en una dimensión menor (4)

Una de las principales características de esta técnica es que puede ser implantada a partir de una serie de tiempo proveniente de mediciones del sistema, sin necesidad de un conocimiento a priori de las ecuaciones que describen el comportamiento del mismo (5).

SISTEMAS CAÓTICOS

Considere la familia de sistemas dados por la siguiente ecuación.

$$\dot{x} = f(x, t, \beta)$$

(Ec. 1)

donde $x \in \mathbb{R}^n$ es el estado, $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ es un campo vectorial suave, y β denota los parámetros del sistema. La solución de (Ec. 1) es una función vectorial $x = x(t)$ que describe la trayectoria en el espacio construido con sus coordenadas. Dependiendo de los valores de los parámetros, el sistema puede desplegar diferentes estados estacionarios que van desde puntos de equilibrio hasta atractores caóticos.

Definición 1 (Atractor Caótico) (6). Considere un campo vectorial autónomo C^r ($r \geq 1$) en \mathbb{R}^n

definiendo un sistema como (1) Denotando el flujo generado por (Ec. 1) como $\phi(t, x)$, y suponiendo que $\Lambda \subset \mathbb{R}^n$ es un conjunto compacto invariante bajo $\phi(t, x)$, Λ se dice caótico si:

i. Sensibilidad a condiciones iniciales. Existe un $\epsilon > 0$ tal que, para cualquier $x \in \Lambda$ y cualquier vecindad U de x , existen $y \in U$ y $t > 0$ tales que $|\phi(t, x) - \phi(t, y)| > \epsilon$.

ii. Transitividad topológica Para cualquier par de conjuntos abiertos $U, V \subset \Lambda$, existe $t \in \mathbb{R}$ tal que $\phi(t, U) \cap V \neq \emptyset$

CONTROL POR MÉTODOS DE PERTURBACIONES PARAMÉTRICAS

En 1990, Ott, Grebogi y Yorke (1) desarrollaron una técnica general para controlar sistemas no lineales estabilizando una OPI empotrada en su atractor; esta técnica utiliza perturbaciones paramétricas dependientes del tiempo. Esta idea viene de la observación de que un atractor caótico típicamente tiene empotrado un conjunto denso de OPI's (7), (8).

Si se tiene un sistema como (1) donde β es un parámetro del sistema que puede ser sujeto de un ajuste externo en un rango pequeño, $\beta^* - \Delta\beta_{\max} < \beta < \beta^* + \Delta\beta_{\max}$, con $\Delta\beta_{\max}$ como la perturbación máxima permisible, se puede suponer que para $\beta = \beta^*$ el sistema se comporta de forma caótica.

Si ξ representa el vector de coordenadas del Mapa de Poincaré (superficie de sección), entonces:

$$\xi_{n+1} = P(\xi_n, \beta_n)$$

(Ec. 2)

con $\beta_n = \beta^* + \Delta\beta_n$, $|\Delta\beta_n| \leq \Delta\beta_{\max}$. Se pueden determinar muchas OPI's del atractor en este mapa y se puede escoger una de ellas.

Sea $\xi_{F^*} = P(\xi_{F^*}, \beta^*)$ el punto fijo inestable seleccionado del mapa P , el cual corresponde a la órbita deseada. Se pueden observar las iteraciones del mapa cerca de la órbita deseada y obtener las propiedades locales para esta órbita

periódica. A fin de realizar esto, es necesario ajustar las iteraciones del mapa a una aproximación lineal. Esta aproximación en la vecindad de ξ_F^* y β^* está dada por

$$\Delta \xi_{n+1} \approx L \Delta \xi_n + w \Delta \beta_n \quad (\text{Ec. 3})$$

donde $\Delta \xi_n = \xi_n - \xi_F^*$, $\Delta \beta_n = \beta_n - \beta^*$, $L = (\partial / \partial \xi_n) P(\xi_F^*, \beta^*)$, y la derivada parcial de la órbita es $w = (\partial / \partial \beta_n) P(\xi_F^*, \beta^*)$. Los valores propios estable λ_s e inestable λ_u que satisfacen $|\lambda_s| < 1 < |\lambda_u|$ pueden ser extraídos a partir del mapa local aproximado. Las variedades estable e inestable denotadas por M_s y M_u , son definidas como aquellas trayectorias que convergen asintóticamente a un punto fijo en tiempo progresivo y regresivo respectivamente, en otras palabras: M_s para $t \rightarrow +\infty$ y M_u para $t \rightarrow -\infty$. Las direcciones de las variedades estable e inestable en el punto fijo están dadas por los vectores propios e_s y e_u correspondientes a λ_s y λ_u respectivamente. Si f_s y f_u son los vectores contravariantes definidos por $f_s e_s = f_u e_u = 1$ y $f_s e_u = f_u e_s = 0$, podemos escribir $L = \lambda_u e_u f_u^T + \lambda_s e_s f_s^T$.

Suponiendo que ξ_n ha estado suficientemente cerca de ξ_F tal que la Ec. 3 se cumple, para que la siguiente iteración ξ_{n+1} caiga en la variedad local estable ξ_F^* , el parámetro $\beta_n = \Delta \beta_n + \beta^*$, tiene que ser seleccionado de tal forma que se satisfaga el requerimiento $f_u \Delta \xi_{n+1} = f_u (\xi_{n+1} - \xi_F^*) = 0$. Tomando el producto interno de la ecuación (4) con f_u se tiene:

$$\Delta \beta_n = -\lambda_u \frac{f_u \cdot \Delta \xi_n}{f_u \cdot w} \quad (\text{Ec. 4})$$

donde se supone que $f_u w \neq 0$. Es importante mencionar que el resultado obtenido de $\Delta \beta_n$ es utilizado para perturbar el parámetro β sólo si $\beta_n \leq \beta_{\max}$, donde $\Delta \beta_n > \Delta \beta_{\max}$. Sin embargo, la perturbación debe ajustarse a cero. Además, cuando ξ_{n+1} cae en la variedad estable ξ_F^* la perturbación $\Delta \beta_n$ puede ser ajustada a cero. La órbita para los instantes de tiempo subsecuentes ($\xi_{n+2}, \xi_{n+3}, \dots$) debe aproximarse a ξ_F^* en una razón geométrica λ_s .

Sin embargo, debido a posibles errores e imprecisiones en los cálculos anteriores, las iteraciones subsecuentes pueden caer fuera de la variedad estable. A fin de evitar esto, la nueva $\Delta \beta_n$ tendrá que ser calculada para cada iteración para asegurar que la subsecuente ξ_n se aproxime a ξ_F^* .

Podemos dividir los métodos de perturbaciones paramétricas en los siguientes pasos (9):

1. Identificación de Órbitas Periódicas Inestables empotradas en el atractor caótico y selección de una de ellas (puntos fijos inestables en la hipersuperficie de sección).
2. Caracterización del desplazamiento debido a pequeños cambios a estímulos externos (introduciendo pequeñas perturbaciones al parámetro accesible del sistema).
3. Caracterización de la dinámica local del punto fijo.
4. Diseño de la ley de control (cambio correcto en el parámetro tal que el estado sea forzado a caer dentro de la variedad estable de la órbita periódica).

Movimientos Periódicos Inestables y Puntos Fijos

En esta sección se describe la metodología empleada para encontrar OPI's a partir de series de tiempo.

A diferencia de la técnica OGY, en lugar de utilizar un Mapa de Poincaré como la superficie de sección para encontrar las OPI (7), se utiliza una herramienta conocida como Mapa de Primer Retorno (MPR). El MPR se obtiene a partir de los máximos locales de una señal caótica y sus retrasos en tiempo para construir un vector de coordenadas retrasadas análogo al utilizado para la reconstrucción del atractor (2), (10).

Para diseñar el controlador sólo necesitamos una serie de tiempo de cualquier variable del sistema, a fin de formar la serie de tiempo $\xi(n)$, y el MPR puede ser expresado como:

$$\xi_n = P(\xi_{n+1}, \beta) \quad (\text{Ec. 5})$$

donde P es una función no lineal desconocida y β es el parámetro a perturbar.

Cabe mencionar que el parámetro β determina la localización del punto fijo ξ_F dado por:

$$\xi_n = \xi_{n-1} = \xi_F \quad (\text{Ec. 6})$$

Una vez obtenido el MPR, se busca la ubicación del punto fijo inestable que corresponde a la OPI. Este punto se obtiene encontrando la intersección de la función P del MPR con la línea recta descrita por (Ec. 6).

Caracterización del Desplazamiento ante Pequeños Estímulos Externos

Como se ha mencionado, este método de control consiste en producir pequeñas perturbaciones al sistema mediante la variación de parámetro accesible del mismo. Estas perturbaciones producen un cambio en la ubicación del punto fijo inestable, por esto es importante conocer este cambio.

El valor del parámetro β tiene que ser ajustado en una vecindad del valor del parámetro nominal β^* entre bifurcaciones para encontrar la relación entre el parámetro β y el cambio en la ubicación del punto fijo ξ_F . Los puntos obtenidos pueden ser aproximados a una línea recta por medio de métodos mínimo cuadrados, y la pendiente m de esta recta es utilizada para crear el vector de desplazamiento g necesario para calcular el vector de ganancia de retroalimentación vector en la fórmula:

$$\Delta\beta = \frac{\lambda_u}{\lambda_u - 1} \frac{f_u^t \cdot \Delta\xi}{f_u^t \cdot g} \quad (\text{Ec. 7})$$

donde λ_u es el valor propio inestable del punto silla y f_u es el vector propio de la base contravariante en la linealización que se describe en la siguiente sección.

Caracterización de la dinámica local linealizada

El último paso antes de diseñar un controlador tipo OGY consiste en caracterizar la dinámica

alrededor del punto fijo inestable. Suponemos que este punto fijo se comporta en forma lineal dentro de una vecindad de este mismo. Para desarrollar esta identificación utilizamos también la serie de máximos locales $\xi(n)$ utilizada para crear el MPR.

Entonces, la dinámica linealizada en la vecindad del punto fijo se puede escribir:

$$\xi_n - \xi_F = M (\xi_{n-1} - \xi_F) \quad (\text{Ec. 8})$$

donde M es una matriz cuadrada. Debido a que la órbita periódica a estabilizar es inestable, el punto fijo correspondiente ξ_F en el MPR es un punto silla, luego, este tiene un valor propio inestable y uno estable asociados a él y sus correspondientes direcciones.

Para lograr el buen funcionamiento del control, es necesario que el siguiente máximo caiga sobre la dirección estable. Esto nos lleva a la siguiente condición:

$$f_u^T \cdot (\xi_{n+1} - \xi_F(\beta_n)) = 0 \quad (\text{Ec. 9})$$

Esto significa que el vector de desplazamiento desde el punto fijo al siguiente máximo no tiene componente sobre f_u , en otras palabras, cae sobre la dirección estable ($f_u \cdot e_s = 0$). Para esto, es necesario determinar los valores de λ_u y de f_u , es decir conocer la matriz M .

Utilizando la serie de tiempo $\xi(n)$ y conociendo el valor del punto fijo es posible determinar la matriz M y entonces se pueden obtener los valores de λ_u y f_u . Esto se logra parametrizando la Ec. 4 con un procedimiento de identificación con mínimos cuadrados.

Esta parametrización consiste en seleccionar una secuencia de puntos de la serie de tiempo $\xi(n)$ (al menos cuatro de ellos) en la vecindad del punto fijo inestable. Estos máximos sucesivos deben estar sobre la misma dirección, pero cayendo en sentidos opuestos alternativamente.

Una vez obtenidos los valores para la matriz M se puede calcular el vector de ganancia de retroalimentación en la fórmula 7.

APLICACIÓN AL CIRCUITO DE CHUA

El Circuito de Chua

El Circuito de Chua es un oscilador no lineal simple que exhibe una variedad de comportamiento incluyendo Caos (11). El circuito contiene tres elementos que almacenan energía (un inductor y dos capacitores), una resistencia lineal y una sola resistencia no lineal N_R . Las ecuaciones de estado para el circuito son:

$$\begin{aligned} \frac{dv_{C_1}}{dt} &= \frac{1}{C_1} [G(v_{C_2} - v_{C_1}) - f(v_{C_1})] \\ \frac{dv_{C_2}}{dt} &= \frac{1}{C_2} [G(v_{C_1} - v_{C_2}) + i_L] \\ \frac{di_L}{dt} &= -\frac{1}{L} v_{C_2} \end{aligned}$$

(Ec. 10)

donde $G = 1/R$ y $f(v_{C_1})$ es una función seccionalmente continua definida por:

$$\begin{aligned} f(v_{C_1}) &= m_0 v_{C_1} + \\ &\frac{1}{2}(m_1 - m_0) \left[|v_{C_1} + B_p| - |v_{C_1} - B_p| \right] \end{aligned}$$

(Ec. 11)

La resistencia no lineal, también conocida como Diodo de Chua, puede ser construida con componentes fáciles de conseguir, y posee una curva característica de voltaje vs. corriente ($v-i$) de tres segmentos. Las pendientes en las regiones interior y exterior son m_0 y m_1 respectivamente. $\pm B_p$ denota los puntos de ruptura.

Este sistema despliega comportamiento caótico para $C_1 = 56 \text{ nF}$, $C_2 = 5.6 \text{ nF}$, $L = 10 \text{ mH}$, $m_0 = -757.5757 \text{ } \mu\text{S}$, $m_1 = -409.0909 \text{ } \mu\text{S}$, $B_p = 1$

y $G = 560 \text{ } \mu\text{S}$. Para simplificar el diseño, se reformularon las ecuaciones del circuito obteniéndose la siguiente ecuación de estado equivalente (11):

$$\begin{aligned} \dot{x} &= p[-x + y - f(x)] \\ \dot{y} &= x - y + z \\ \dot{z} &= -qy \end{aligned}$$

(Ec. 12)

Donde $p = C_1/C_2 > 0$ y $q = C_2/(LG^2) > 0$ son los dos parámetros principales que controlan el comportamiento del circuito y $f(v_{C_1})$ es reformulada como $f(x)$ representada por:

$$\begin{aligned} f(x) &= m_0' x \\ &+ \frac{1}{2}(m_1' - m_0') \left[|x + B_p| - |x - B_p| \right] \end{aligned}$$

(Ec. 13)

donde $m_0' = m_0/G > 0$ y $m_1' = m_1/G < 0$.

Para tener resultados consistentes con el circuito, los parámetros seleccionados para los parámetros fueron $p = 9$, $q = 14 \text{ } 2/7$, $m_0' = -5/7$, $m_1' = -8/7$. Para estos valores se puede observar un atractor extraño conocido como la Doble Espiral.

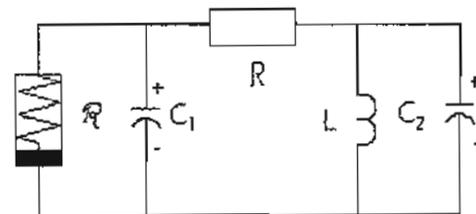


Figura 1 (a) Circuito de Chua

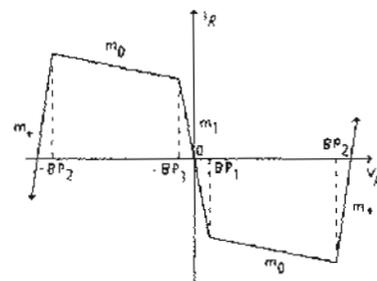


Figura 1 (b) Característica de $v-i$ de la resistencia

Se seleccionó G como el parámetro a perturbar, y la variable medida fue z .

Movimiento periódico inestable y puntos fijos

El parámetro nominal $\beta^* = \beta = G$ fue 14 2/7. Numéricamente, se obtiene el punto de intersección calculando el centroide de masa de los puntos de P en la vecindad del punto fijo. Las coordenadas de la intersección proveen la ubicación del punto fijo buscado $(\xi_F, \xi_F) = (2.9652, 2.9652)$.

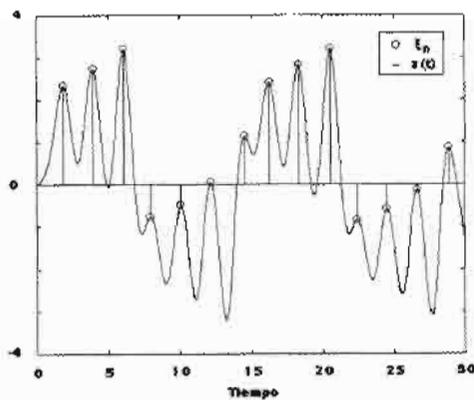


Figura 2 (a) Serie de tiempo para obtener el MPR

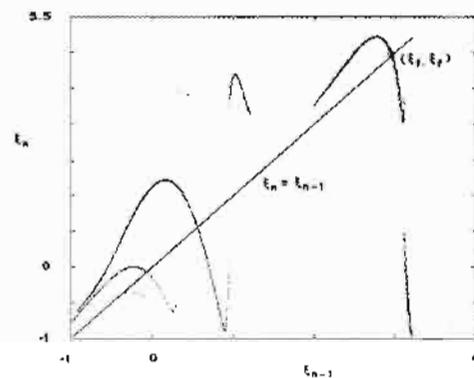


Figura 2 (b) MPR y la línea $\xi_n = \xi_{n-1}$ utilizados para obtener el punto fijo (ξ_F, ξ_F)

Caracterización del desplazamiento del punto fijo ante estímulos externos.

El valor del parámetro β fue variado entre bifurcaciones alrededor del valor nominal β^* a fin de encontrar la relación entre el valor del parámetro

tro y la ubicación del punto fijo ξ_F . Esto se realizó para el intervalo $\beta \in [13.1, 15.5]$.

En la figura 3 se pueden observar los puntos obtenidos para cada valor del parámetro β . Estos puntos fueron aproximados a una recta de forma $y = mx + b$ utilizando un algoritmo estándar de identificación por mínimos cuadrados; se obtuvieron los valores $m = 0.0988$ y $b = 1.5496$. Luego, el vector g es $g = [0.0988, 0.0988]^T$.

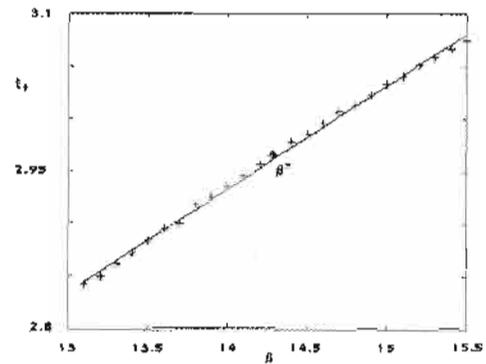


Figura 3 Puntos fijos inestables ξ_F vs. valores del parámetro β y la línea recta aproximada utilizando mínimos cuadrados.

Identificación de la dinámica local.

La parametrización consiste en seleccionar una secuencia de puntos de la serie de tiempo $\xi(n)$ (al menos 4 puntos) en la vecindad del punto fijo. Estos máximos sucesivos deben caer en la misma dirección, pero en sentidos opuestos en forma alternativa, esto se aprecia en la figura 4.

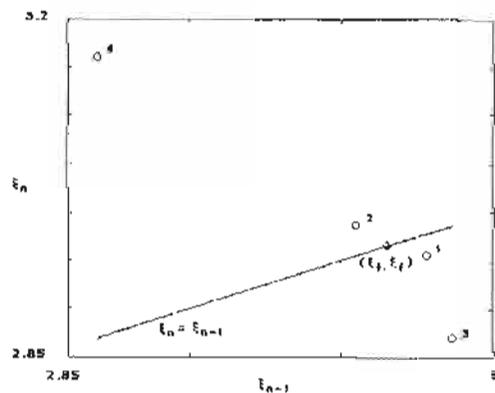


Figura 4 Puntos consecutivos del MPR utilizados para obtener la matriz M

Utilizando un procedimiento de identificación por mínimos cuadrados, obtenemos el valor de M , calculamos sus valores y vectores propios y los vectores propios de la base contravariante:

$$M = \begin{bmatrix} -0.0162 & 0.9950 \\ 1.8894 & -1.6874 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \begin{bmatrix} 0.7539 \\ -2.4575 \end{bmatrix}$$

y,

$$f_u = \begin{bmatrix} 0.9613 \\ 0.3918 \end{bmatrix}$$

Con estos valores es posible calcular el vector de ganancia de retroalimentación de la fórmula OGY.

Resultados Numéricos

Este método fue aplicado utilizando perturbaciones paramétricas calculadas con la Ec. 5 para controlar una OPI empotrada en el atractor de Doble Espiral de Chua. En la figura 5 (b) se muestra el sistema controlado.

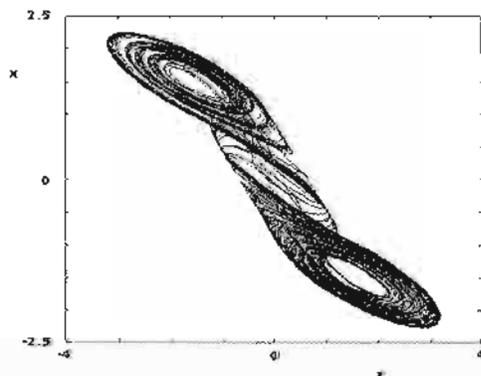


Figura 5 (a) Atractor de Doble Espiral de Chua.

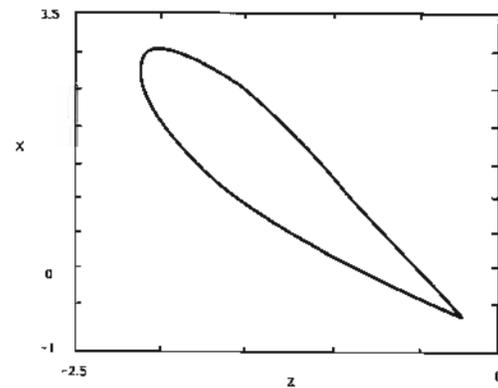


Figura 5 (b) OPI controlada

CONCLUSIONES

El método de OGY es probablemente el más popular para controlar sistemas caóticos debido a la posibilidad de implantarlo sin la necesidad de conocer la dinámica explícita del sistema, es suficiente con utilizar una serie de tiempo de mediciones experimentales. Esto no significa que sea una tarea sencilla, está compuesta de dos etapas principales: una que se desarrolla fuera de línea (el diseño del control propiamente) y la aplicación del controlador a la planta.

Se puede utilizar cualquier variable medible del sistema y cualquier parámetro accesible para aplicar las perturbaciones al sistema. Para implantaciones experimentales del control, el ruido y los errores inevitables de procesamiento de señales puede causar que el controlador no funcione de modo tan efectivo como en ausencia de éstos. En otras palabras, antes de establecerse en la respuesta deseada, el sistema puede tener transitorios caóticos cuyas longitudes pueden variar de acuerdo al momento en el que el controlador sea encendido.

El método OGY original (1) sugiere la utilización del Mapa de Poincaré, este mapa se puede formar haciendo un corte transversal del atractor en el espacio de estado. Este mapa contiene la dinámica del sistema en una dimensión menor. El problema es ubicar dónde hacer el corte para encontrar el mapa de Poincaré más adecuado; es decir, el mapa que ofrece mejores ventajas para encontrar el punto de

equilibrio y para caracterizar la dinámica. La utilización del Mapa de Primer Retorno ofrece ventajas significativas a este respecto pues permite una mejor identificación de la dinámica del sistema.

El control de sistemas caóticos es uno de los campos de investigación más promisorios dentro del estudio de sistemas dinámicos no lineales y representa un gran reto en muchos campos. A partir de su desarrollo puede verse que en el futuro no solamente nos dará resultados satisfactorios a problemas actuales sino que nos proveerá de muchas ideas nuevas.

REFERENCIAS

- (1) Ott, E., C. Grebogi, & J. A. Yorke, Controlling chaos, *Phys. Rev. Lett.* 64, p. 1196, 1990.
- (2) Abarbanel, H. D. I., *Analysis of observed chaotic data*, Springer-Verlag, 1996.
- (3) Chen, G. & X. Dong, *From chaos to order: methodologies, perspectives and applications*, World Scientific, 1998.
- (4) Grassberger, P. & I. Procaccia, *Characterization of strange attractors*, *Phys. Rev. Lett.* 50, pp. 346-349, 1993.
- (5) Nitsche, G. & U. Dressler, Controlling chaotic dynamical systems using time delay coordinates, *Physica D.* 58 p. 153, 1992.
- (6) Wiggins, S., *Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos*, Springer-Verlag, 1990.
- (7) Auerbach, D., C. Grebogi, E. Ott, & J. A. Yorke, Controlling chaos in higher dimensions, *Phys. Rev. Lett.* 69, p. 3479, 1992.
- (8) Nayfeh, A. & B. Balachandran, *Applied nonlinear dynamics: Analytical, computational and experimental methods*, Wiley & Sons, N. Y., 1995.
- (9) Ditto, W. L., S. N. Rausseo & M. L. Spano, Experimental control of chaos, *Phys. Rev. Lett.* 65, pp. 3211-3214, 1990.
- (10) Álvarez-Gallegos, J. & H. G. González-Hernández, Analysis of the dynamics of an underactuated robot: the forced Pendubot, *Proceedings of the IEEE 36th International Conference on Decision and Control CDC'97*, San Diego, CA, pp. 10-12, diciembre, 1997.
- (11) Matsumoto, T., L. O. Chua & M. Komuro, The double scroll, *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, vol. 32, pp. 798-817, 1985.

El derecho al desarrollo en el contexto del nuevo orden internacional.

La idea implícita del tiempo y el poder.

Luis Armando Aguilar Sahagún.

Profesor e investigador del Doctorado en Educación, Programa Interinstitucional Instituto Superior de Investigación y Docencia para el Magisterio, Centro de Investigaciones Pedagógicas y Sociales, Universidad La Salle y Universidad Pedagógica Nacional, Unidad Guadalajara.

RESUMEN

El presente artículo tiene el propósito de clarificar las ideas del tiempo y del poder implícitas en la exigencia del derecho al desarrollo, proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas y exigido por numerosos juristas, Gobiernos, Organizaciones No Gubernamentales, comunidades y representantes del pensamiento social de la Iglesia católica. Tras una breve introducción en que se expone la problemática actual de los derechos humanos, se hace referencia al origen y desarrollo histórico de la idea del derecho al desarrollo. Después se hace un breve balance del sentido de esta exigencia en el contexto del orden mundial actual dentro del cual parece haber perdido todo su sentido. La parte central del artículo la constituyen el análisis de las ideas del tiempo y del poder implícitas en la exigencia del derecho al desarrollo, su origen netamente judío cristiano. Bajo esta luz se hacen patentes dificultades básicas de carácter conceptual para la intelección del derecho al desarrollo en el contexto del orden mundial actual. Finalmente, se exponen algunas conclusiones en las que se destacan algunas condiciones que harían posible tanto la comprensión como la acción en el sentido original de la exigencia del derecho al desarrollo que, acaso, todavía no ha encontrado su momento de mayor fecundidad política.

Palabras clave: derecho al desarrollo, derechos humanos, tiempo, poder.

ABSTRACT

The purpose of this article is to clarify the ideas of time and power implicit in the claim of the right to development proclaimed by the General Assembly of the United Nations, that has been claimed as well by several Jurists, Governments of States, Non-governmental Organizations, communities and major figures of the Catholic Social Thought. In a brief introduction I expose the actual debate on Human Rights, particularly, the origin and historical evolution of the idea of the Right to Development. Next I expose an overview of the meaning of this claim in the context of the new international order, in which, it seems, has been altered. The statement I want to emphasize is that at the center of the claim of the right to development there are two basic ideas (i.g. the idea of time and power) which have their origin in the early Jewish Christian context. These two ideas must be recognized in order to reach a correct understanding of the claim of the right to development. Finally, I expose some conclusions in which I stress out some conditions under which it would be possible the correct comprehension of the full meaning of the right to development. This all important right to development may not have found yet the adequate moment for its mayor political fruitfulness.

Keywords: right to development, human rights, time, power.

INTRODUCCIÓN

En numerosas publicaciones a propósito de la celebración de los 50 años de que fue procla-

mada la Declaración Universal de los derechos Humanos, se afirma sin más que, desde el punto de vista de su reconocimiento y protección, se ha dado un avance progresivo en esta

materia. Tanto dentro del foro de las Naciones Unidas como en círculos académicos se da por un hecho que asistimos a una nueva era en materia de derechos humanos, a un nuevo paso en la historia de sus logros en cuanto a las reivindicaciones que tuvieron su origen oficial con los obtenidos por primera vez después de la Revolución Francesa. Así, por su origen histórico, los derechos humanos suelen distinguirse en tres o incluso cuatro generaciones: la primera se refiere a los derechos políticos y civiles; la segunda, a los derechos sociales, económicos y culturales; la tercera marca un paso significativo respecto de sus titulares: se refiere a los derechos colectivos, de los que, se pretende, sujetos individuales, pueblos o Estados tendrían que poder reivindicar frente a la comunidad internacional: derecho a la paz, al desarrollo, a un medio ambiente sano y, se añade, a la "herencia común de la tierra", que comprende los fondos de los océanos, ciertas frecuencias de radio, el espacio atmosférico y otros bienes. La cuarta generación está directamente vinculada a los derechos anteriores, pero se refiere a las generaciones futuras. Hay quienes incluyen aquí los llamados derechos de la naturaleza o de los animales, etc. Vivimos, como afirma Norberto Bobbio, en la "edad de los derechos",¹ una época marcada por una proliferación de exigencias a todos los niveles por parte de muy diversos actores políticos.²

Existe un amplio debate en torno al contenido concreto de estos derechos, a su legitimidad y

fundamento.³ En otro lugar creo haber mostrado que esta exigencia deriva su legitimidad ética, política y jurídica de una doble raíz: por una parte, de la idea de la igual dignidad de los hombres y de los pueblos; y por otra, de su comprensión en el horizonte de cierta visión de las condiciones políticas, económicas y jurídicas a nivel mundial. Si bien algunos de los rasgos de esta visión la hacen aparecer en franca oposición con el orden mundial establecido, se plantea al mismo tiempo como una posibilidad real, inscrita en las condiciones históricas del mundo actual, y como una comprensión de la convivencia mundial que se desprende de una concepción razonable de su organización como una sociedad bien ordenada y de un concepto de desarrollo plausible que abarque al conjunto de todas las Naciones.

Se puede mostrar que, en la historia de las ideas, el factor tiempo es determinante para la comprensión adecuada de un concepto. La precisión de un concepto no es el criterio para decidir sobre el contenido de verdad que pueda encerrar. En el caso del derecho al desarrollo, el sentido de la idea depende de un doble factor. Por una parte, se trata ante todo de una *idea fuerza* en la que la noción de *derecho* no se puede desvincular de la de *desarrollo*.⁴ Por eso, la aproximación adecuada a esta idea depende del contexto dentro del cual cobra su sentido pleno, es decir, de una visión, cuya determinación no puede provenir de una única disciplina ni de un solo sujeto, por más que su origen sea una intuición muy simple: todo hombre, toda comunidad, todo pueblo y nación tiene un derecho innegable a desplegar sus posibili-

¹ Bobbio, Norberto. *L'età dei diritti*, Tonno, 1990.

² Este hecho pareciera confirmar, por lo menos a un nivel de conciencia colectiva, el diagnóstico que hiciera el General de la Compañía de Jesús, el P. Pedro Arrupe S.J., cuando afirmaba que "la suma de todo cuanto puede ser objeto de los derechos humanos dista mucho de haber sido agotada. Del mismo modo que no sabemos cuál es el límite de las capacidades físicas del hombre, a quien vemos batir "records" que considerábamos imposibles de superar, así tampoco podemos determinar hasta dónde podrán llegar, con el tiempo, el desarrollo de la conciencia moral y el sentimiento de fraternidad y la igualdad, a la hora de definir lo que son los derechos humanos." Citado por García de Alba Juan Manuel, *Ética profesional, parte fundamental*, p. 110, Guadalajara, 1988

³ Me permito remitir al lector a mi libro *El derecho al desarrollo: su exigencia dentro de la visión de un nuevo orden mundial*. ITESO/Univ Iberoamericana, Guadalajara, 1999. En él exponemos ampliamente la discusión exclusivamente en torno al derecho al desarrollo. Para una exposición general sobre los derechos de la tercera generación Cf. Barthel, Armin, *Menschenrechte der dritten Generation*, Aachen. Cf. Gómez Isa, Felipe, 1986 *El derecho al desarrollo como derecho humano en el ámbito jurídico internacional*, Universidad de Deusto, Bilbao, 1999

⁴ Henri Sanson, uno de los juristas internacionales que más ha aportado a la clarificación y codificación de la idea del derecho al desarrollo lo expresó de esta manera: "Querer precisar rápidamente este concepto y, de este modo, intelectualizarlo, se corre el riesgo de hacerlo perder su carácter de idea fuerza. Es preferible que una idea sea clara y confusa, pero fecunda, que clara y distinta, pero prejuzgada de antemano."

dades en el más amplio de los sentidos, dentro de un contexto que no lo obstaculice.

En el presente trabajo me concretaré a describir el sentido original de la idea del derecho al desarrollo, y a plantear si, a más de 30 años de haber sido introducido en la discusión del derecho internacional, se trata de una idea vigente y legítima. La tesis que busco sustentar es que desde el punto de vista ético la exigencia que encierra no ha perdido vigencia, pero que su legitimidad jurídica y política depende en buena medida de la comprensión del *factor poder* dentro de una *comprensión del tiempo* que hunde sus raíces en los presupuestos ideológicos de la exigencia ético jurídica.

ORIGEN Y DESPLIEGUE DE UNA INTUICIÓN

Cuando en 1967 el Papa Pablo VI solicitó a los miembros de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que se esforzaran por dar forma jurídica a lo que desde comienzos de los años sesenta aparecía como una exigencia moral impostergable, se hacía portavoz de un gran número de políticos, diplomáticos y movimientos sociales. Las antiguas colonias no sólo tenían un derecho a la libre autodeterminación frente a los poderes extranjeros. El corolario inevitable era un derecho al desarrollo, íntimamente vinculado a la división internacional del trabajo y a la soberanía sobre los propios recursos naturales de cada nación.

En su visita a la Organización Internacional del Trabajo el Pontífice puso en marcha una discusión que desembocaría, casi tres décadas más tarde, en el reconocimiento del derecho al desarrollo como un derecho inalienable de la persona en las declaraciones de las Naciones Unidas.⁵ El 10 de Junio de 1964 el Papa Pablo VI exhortaba a los representantes del mundo de la industria, del mundo del trabajo y de los gobiernos presentes en Ginebra en los siguientes términos.⁶

⁵ "Resolución 41/128 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, Declaración sobre el derecho al desarrollo" en Gomez, Isa, op cit, pp 327-331,

⁶ El mensaje del Papa Pablo VI tiene antecedentes en el pensamiento pontificio. Ya en su mensaje de Pascua de 1941 el Papa Pío XII veía la necesidad de reconocer el "derecho al aprovechamiento de los bienes materiales en la conciencia de sus obligaciones y de su vínculo social"

"Os falta asegurar la participación de todos los pueblos a la construcción del mundo, y preocuparse desde hoy de los menos favorecidos, tanto como lo habíais hecho hasta ayer por como la primera preocupación utilizando las categorías de los más desfavorecidos. Esto quiere decir que debéis llevar a cabo vuestra obra legislativa con todo el empeño, y comprometerse en la búsqueda de caminos de nuevas resoluciones, que aseguran el *derecho solidario de los pueblos a su desarrollo integral*, que les permita a todos y cada uno de ellos en los artifices de sus propios destinos.... [.....] Os hace falta plasmar en reglas de derechos la solidaridad que se manifiesta cada vez más en la conciencia de los hombres. Hoy como ayer, vosotros habéis asegurado en vuestra legislación la protección y la supervivencia del débil frente al poder del fuerte. [.....]. Tenéis que dominar los derechos de los pueblos fuertes, y favorecer el desarrollo de los pueblos débiles, creando las condiciones, no sólo teóricas, sino también prácticas de un verdadero derecho internacional del trabajo, que abarque a todos los pueblos. Como cada persona, cada pueblo, en efecto, debe poder *desarrollarse por medio de su trabajo*, crecer en humanidad, *pasar de condiciones menos humanas a condiciones más humanas*. Hace falta contar con las condiciones y con los medios adaptados, hace falta una voluntad común que podría y debería ir plasmándose en los convenios que libremente elaboréis entre gobernantes, trabajadores y empleados".⁷

Es interesante constatar cómo el mensaje del Pontífice fue eco de una demanda sentida por representantes de un conjunto de países y, al mismo tiempo, encontró una resonancia entre juristas, políticos y estadistas que llegó a plasmarse en documentos oficiales de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

La exigencia del derecho al desarrollo estaba en plena concordancia con las tareas que la Organización de las Naciones Unidas asumie-

Años más tarde, tras los trabajos de la Comisión Justicia et Pax de 1968, el Cardenal Duval de Argelia, proclamaba, en un mensaje transmitido por radio y televisión el 1 de Enero de 1969: "debemos proclamar para el Tercer Mundo el derecho al desarrollo "

⁷ Pablo VI, "Discours a la Organisation International du Travail", en Documents pontificaux de Paul VI, San Mauricio, Suiza, 1972. Énfasis añadido.

ron como propias desde su constitución: asegurar la paz, el respeto y protección de los derechos humanos y, lo que en este contexto resulta más relevante, el progreso material de los países miembros.⁸ En los "Fines y Principios fundamentales" con los que da inicio la *Carta de las Naciones Unidas* (Capítulo I) del 26 de Junio de 1945 se declara solemnemente:

"Nosotros, los pueblos de las Naciones Unidas, firmemente decididos, hemos resuelto llevar a cabo un trabajo internacional, para solucionar problemas internacionales de orden económico, social, cultural y humanitario, así como el consolidar el respeto de los derechos humanos y de las libertades fundamentales para todos, sin distinción de raza, sexo, lengua o religión".

Tres años más tarde, como expresión de una *voluntad general* internacional por garantizar la paz, la *Declaración Universal de los Derechos Humanos* consigna en su artículo 28:

"Toda persona tiene derecho a un orden social e internacional, dentro del cual los derechos y libertades expuestas en la presente Declaración puedan ser plenamente realizadas".

Las bases jurídicas del derecho internacional estaban cimentadas para dar continuidad a lo que llegaría a exigirse como un derecho al desarrollo.

El andamiaje técnico en el que se edificaría la idea fue el derecho económico internacional, nueva rama del derecho surgida de la necesidad de reglamentar las relaciones entre las naciones industrializadas y el conjunto de naciones que llegarían a agruparse bajo el nombre equívoco de *tercer mundo*

La ideología que servía de fondo a toda la discusión fue la economía del desarrollo, desde cuya perspectiva el estado en que se encuentra un país es considerado en relación con los parámetros eminentemente económicos que dan a las naciones industrializadas la *peculiaridad* propia de su situación respecto del resto del mundo. Los supuestos subyacentes eran, fundamentalmente, una visión evolutiva y lineal del progreso material y la fe en la universalidad del proceso de la ilustración que caracteriza el desarrollo moderno de Occidente.

La adopción de estas ideas en el marco del derecho internacional dio origen a lo que se conoció como el Derecho del desarrollo (propuesto por el jurista francés Michell Villary en 1962). El derecho al desarrollo venía a ser la expresión en que se sintetizaba *el espíritu de la ley*, una especie de *meta norma* jurídica o idea rectora de carácter moral, que abarcaba el complejo andamiaje de reglas de índole comercial, financiero y económico que debían de reglamentar las relaciones entre los diversos tipos de naciones de forma vinculante, es decir, obligatoria desde el punto de vista jurídico.

El juez senegalés Keba M'baye, Presidente del alto tribunal de Justicia y actual juez de la Corte Internacional de Justicia en la Haya, en Bruselas, propuso en 1971 los términos en que debía entenderse el derecho al desarrollo:

"El derecho al desarrollo es una prerrogativa que pertenece a todo hombre y a todos los hombres considerados colectivamente, y que consiste en tener igualmente derecho al gozo de una proporción justa y equitativa de los bienes y servicios producidos por la comunidad a la cual se pertenece. Se trata de movilizar los recursos materiales y humanos, regionales, nacionales o internacionales, con vistas a garantizar que aumente la calidad de vida de las poblaciones dentro de un clima socio cultural satisfactorio. El desarrollo es por tanto un *derecho colectivo*, un derecho de los pueblos." (Énfasis añadido).

Desde el punto de vista del derecho internacional, la fase más avanzada de esta discusión tuvo lugar en 1986, cuando la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró al derecho al desarrollo como un derecho humano inalienable, entendido como "el desarrollo de toda per-

⁸ Podemos señalar dos documentos importantes como origen remoto de la idea del derecho al desarrollo en el ámbito secular. Por una parte, la Constitución de los EEUU (Siglo XVIII) que reconoce el derecho a "buscar la felicidad" (the right to "pursue happiness"). Por otra parte, la Ley Fundamental alemana (Grundgesetz), que después de la Segunda Guerra mundial consigna el derecho al autodespliegue de la persona (Recht auf Selbstentfaltung).

sona al desarrollo de todas sus capacidades en armonía con su comunidad."

En la Conferencia de Río de Janeiro de 1992 sobre el medio ambiente, se adoptó el concepto de "desarrollo sostenible", propuesto por la comisión Brundtland durante la Conferencia de Ottawa de 1986. El derecho al desarrollo encontraba su fórmula adecuada en el compromiso de trabajar a nivel mundial por lograr un "desarrollo sostenible", entendido como "un desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de futuras generaciones."⁹

La Conferencia de Viena de 1993 marca la última fecha de ratificación del derecho al desarrollo en el seno de las Naciones Unidas. En medio de desacuerdos solapados y difíciles compromisos sobre la universalidad de los derechos humanos (sobre todo por parte de representantes de países árabes y asiáticos), fue aceptada *per consensus* la comprensión del derecho al desarrollo como el resumen de derechos fundamentales: a la vida, a un mínimo adecuado de alimentación, vestido, vivienda, atención médica, un mínimo de seguridad real, a la libertad de pensamiento, conciencia, religión y a la *participación*, imprescindible para el ejercicio de los demás derechos.

EL NUEVO ORDEN INTERNACIONAL Y EL DERECHO AL DESARROLLO

La discusión parece haber llegado a un punto muerto o, al menos, a un *impasse*. La enorme cantidad de conflictos bélicos en distintas latitudes del mundo y la configuración del llamado "nuevo orden mundial" a partir de la guerra en el Golfo pérsico han concentrado los esfuerzos de estadistas, diplomáticos, politólogos, economistas y juristas en una nueva dirección. La idea de un derecho al desarrollo no parece responder ya a la nueva "visión del mundo", que se va forjando tanto a partir de las ciencias sociales como de las relaciones de poder entre

naciones y bloques o zonas de influencia. Todo cuanto se lleva a cabo en materia de ayuda o colaboración internacional para resolver los problemas de los *países pobres* (llamados pobres y que se consideran a sí mismos pobres) se lleva a cabo bajo una lógica que está por encima de lo que pudiera prescribir, lo que parecía dibujarse como un nuevo orden jurídico internacional. No parece haber nación que exija, en nombre de un derecho al desarrollo, que se lleven a cabo o se dejen de realizar determinadas políticas que representen conflictos o generen problemas de cualquier orden internacional. La reacción normal ante un poder amenazante no es el respeto al Derecho, sino la violencia o la negociación estratégica.

Los conflictos bélicos de Kosovo, Argelia, Bosnia, el Congo, Rusia o del Medio oriente ponen de manifiesto que el *nuevo orden mundial* sigue respondiendo en gran medida a la lógica de la *Realpolitik*. Los intentos por crear las condiciones de una paz duradera y estable sin que la famosa máxima de Maquiavelo parezca cumplirse de forma implacable, son más bien desalentadores.¹⁰ La forma en que de hecho se configuran las relaciones de poder, pareciera ser la capitulación de todo intento sincero por gobernar al mundo conforme a derecho.

Sin embargo, desde una perspectiva más amplia, el fenómeno de un mundo no determinado por el *imperio de la Ley* también puede ser comprendido como la expresión de que la historia de los pueblos todavía no marcha a un mismo ritmo. Las guerras no son sólo choques de intereses o de ideologías irreconciliables, sino también de tiempos históricos y modos inadecuados o malogrados de adaptación a lo que tiende a imponerse como una única dinámica o deriva histórica, determinada fundamentalmente por las leyes del mercado y de la competencia internacional.

Por otra parte, la idea fuerza del derecho al desarrollo es una *propuesta hecha a la historia*

⁹ Cf. Reporte Brundtland, *Nuestro futuro común*, Madrid, 1990.

¹⁰ Para una visión de conjunto sobre los logros y fracasos de las diversas intervenciones de la llamada comunidad internacional para crear condiciones de paz, o al menos para poner fin a guerras en las zonas de conflicto más agudo puede verse el Anuario de Centro de Investigaciones para la paz, guerras periféricas, derechos humanos y prevención de conflictos, Madrid, 1998.

(Maritain, una exigencia inscrita en la naturaleza de los sujetos a quienes se considera ser sus titulares, pero que se encuentra condicionada por una enorme cantidad de factores imponderables, sujetos al tiempo. No es posible determinar el alcance que la idea del derecho al desarrollo podría llegar a adquirir para los pueblos, una vez que sus representantes o algunos de sus líderes y el conjunto de la ciudadanía lo percibieran como un poderoso instrumento jurídico político, sin politizarlo estratégicamente, como de hecho ha sucedido en el caso de algunos Estados árabes y asiáticos.

Al margen del sentido que cada pueblo y cada comunidad asignan a sus respectivas historias, con sus ritmos y rupturas,¹¹ parece un hecho que la historia de los pueblos se engarza con la de los de todos los órdenes a nivel mundial, la exigencia del derecho al desarrollo de un pueblo cobraría sentido bajo la perspectiva que unifica la dinámica histórica de todos los pueblos como configuración progresiva de una única historia mundial: *el tiempo mundo* (Hobsbawm, Wallerstein 1995).

En este contexto, cabe destacar la importancia de dos factores para ponderar si la idea de un derecho al desarrollo ha perdido su razón de ser o si, más bien, aún no ha encontrado plenamente su kairós, es decir, el momento histórico en el que su formulación constituya un verdadero instrumento jurídico y político en la solución de conflictos internacionales, no exclusivamente en el marco del llamado conflicto Norte-Sur.

Los factores mencionados son el tiempo y el poder. No es este el lugar para hacer una pon-

deración a fondo de los mismos. Me limitaré a señalar su alcance dentro del orden mundial cuyos contornos parecen definirse cada vez mejor bajo el paradigma de la *maí* llamada globalización.

EL PODER

El Humanismo político que sustenta la propuesta original del derecho al desarrollo no es ingenuo. El altruismo, aun en sus formas más sublimes, no tiene por qué desconocer al poder como factor esencial de la vida política; el poder generador de enormes asimetrías y fuente permanente de conflictos. La frase del orador francés Juan Bautista Lacordaire (1802-1861) que el Papa Pablo VI mencionó en el discurso ante la Organización Internacional del Trabajo arriba citado ("entre el fuerte y el débil, la libertad es lo que oprime, y la Ley lo que libera") muestra que la exigencia de un derecho al desarrollo parte de la constatación un conflicto de poder. El derecho al desarrollo fue concebido como el intento de establecer un mínimo de equilibrio entre poderosos e impotentes, con los instrumentos de un discurso racional que supone un mínimo de buena voluntad de todas las partes involucradas. ¿De qué otro modo se podría atacar el núcleo del problema dentro de un mundo que aspira a la civilización en su sentido más profundo? ¿Qué alternativas se presentan al intento de dar carácter de obligación jurídica a lo que es percibido como una legítima aspiración que, en el mejor de los casos, es percibida como generadora de una vaga obligación moral?

Si, por una parte, no existe una idea clara de Justicia social extensiva a nivel internacional;¹² y por otra, no existe el aparato de Justicia capaz de controlar el cumplimiento de obligaciones y de imponer sanciones a ese nivel, toda exigencia de derecho se reduce a una apelación moral carente de un fundamento ético jurídico suficiente. El derecho al desarrollo es ineficaz no por desconocer el factor poder, sino porque parte de un supuesto que parece contradecir la

¹¹ Ciertamente, el intento de determinar el sentido de la historia de un pueblo plantea un difícil problema de carácter filosófico, comúnmente tratado bajo la perspectiva de la llamada Filosofía de la Historia. Cabe constatar que el mismo estatus de esta disciplina es problemático, dada la cantidad de supuestos metafísicos en que se apoya cualquier respuesta a la cuestión planteada. Pero en cualquier caso, es un hecho que dentro de cada comunidad se va formando una representación de su propio pasado, y aunque la interpretación sea variable, la respuesta que ofrece a la pregunta por el sentido de su propia historia es constitutivo de su identidad cultural y política. Cf. Walzer Michael, *Spheres of justice*, New Jersey, 1983.

¹² Existen notables propuestas de la teoría política, como la de Beitz, Charles, *Political theory and international justice*, Princeton, 1975, o la de Pogge, Thomas, *Realizing Rawls*, Nueva York, 1992. Con todo, estas propuestas adolecen de la misma debilidad de la Teoría de la Justicia del filósofo John Rawls (1971): no dan al factor poder el peso necesario.

dinámica de la política real, tanto a nivel nacional como internacional: el derecho como sistema de control de la política, o la expresión de una voluntad general inexistente a nivel internacional, capaz de empeñarse en un contrato social internacional verdaderamente sostenible a largo plazo.

EL TIEMPO

En este punto se enlazan el factor poder con el factor tiempo. La política tiende a configurarse como reacción a problemas inmediatos. Regir es en cierto modo reaccionar, a grupos de presión y, particularmente, a la dinámica que impone la economía." En último término, la condición fundamental sobre la que se podrían construir las condiciones de legitimidad jurídica y política de un derecho al desarrollo a nivel internacional dentro del nuevo orden mundial sigue siendo el balance de poder. Se trata de un problema de redistribución del poder que ha de extenderse a las distintas dimensiones de la convivencia internacional. A través del derecho al desarrollo se buscaba justamente crear las condiciones para crear ese balance. Aquí parece que la idea del derecho al desarrollo está montada sobre una especie de paradoja: exigir el cumplimiento de una exigencia aun no reconocida jurídicamente para configurar un orden dentro del cual la exigencia tuviera pleno sentido político. No es fácil proponer una solución que rompa este círculo vicioso sin desvirtuar la idea. Con todo, cabe hacer una consideración de orden formal que permite enfocar la problemática bajo otra perspectiva.

El derecho al desarrollo se podría ir convirtiendo en elemento indispensable de una teoría de la justicia social internacional en la medida en que se profundice en el vínculo que guardan el factor tiempo con el factor poder bajo una comprensión de los mismos que rebasa los conceptos implícitos en el sentido común y en la idea que de ellos se forman cada una de las disciplinas que se ocupan del fenómeno mundial del desarrollo. En el orden de la clarificación de los conceptos, este planteamiento tiene prioridad ante toda planeación estratégica o intento de reconfigurar el orden mundial desde el punto de vista económico, político y jurídico tomando la idea del derecho al desarrollo como idea rectora o punto de referencia normativo.

No es suficiente apuntar al hecho de que un problema de esta envergadura no puede perder de vista que la solución progresiva sólo se puede encontrar si no se desliga el valor de la justicia, del de la solidaridad e incluso del de la misericordia. Vistos bajo una determinada perspectiva del tiempo y del poder, estos valores cobran un sentido completamente distinto del que presentan a nuestra comprensión espontánea. Quizá sólo bajo esta óptica sea posible deslindar el suum de cada sujeto de este derecho (persona, grupos, naciones, pueblos, Estados).

La Historia demuestra que los equilibrios de poder logrados bajo condiciones de extrema desigualdad suponen procesos históricos prolongados, que suelen culminar en movimientos revolucionarios. Las consecuencias que estos movimientos pueden llegar a tener son de hecho imprevisibles.¹³

El concepto de tiempo que buscamos tendría que abarcar tanto la dimensión física como la histórica desde un punto de vista preciso, al que nos ha conducido la experiencia del Siglo que termina, y que constituye una de sus lecciones definitivas: La finitud de la humanidad.¹⁴ Sólo en la medida en que este hecho se convierta en un dato de la conciencia colectiva -y, particularmente, de quienes han acumulado el mayor poder de decisión sobre la creación y la distribución de todo tipo de bienes-¹⁵ el desarrollo de

¹³La visión de Rousseau según la cual la sociedad se constituyó en el momento en que los pobres se reunieron para formar una sola fuerza bajo la dirección de los ricos, ofrece una pista muy esclarecedora en relación con la comprensión del tiempo y del poder a que me he referido. Al igual que otros filósofos de la Ilustración, el pensador de Ginebra concede al tiempo un papel preponderante en la concepción del progreso. No hay en él, sin embargo, indicios del optimismo de Kant o de la necesidad en el despliegue de los hechos, como lo concebiría más tarde Hegel y, en general, la "izquierda hegeliana" Cf. Rousseau, Juan Jacobo, Segundo Discurso sobre el Origen de la Desigualdad entre los Hombres, Parte II.

¹⁴Este hecho fue previsto por el poeta Paul Valéry y enfatizada más tarde por el filósofo francés Jean Guilton, entre otros muchos autores

¹⁵Aludo aquí a las distintas esferas de bienes que se comparten, donan y distribuyen dentro de una sociedad, bajo condiciones en que se evita la tiranía a que da lugar una concepción simple de la igualdad. Cf. Walzer, Michael, Spheres of Justice, Princeton, 1993.

los pueblos se irá concibiendo como una cuestión de legítimo derecho.

Partir del dato de la finitud de la Humanidad y, por lo tanto, de su Historia común para plantear la pregunta por el posible sentido de su desarrollo, postula, ineludiblemente, un horizonte utópico. La visión del desarrollo histórico de la Humanidad en el que las grandes desigualdades no justificables entre los pueblos tiendan a un equilibrio cada vez mayor, supone una visión de la Historia como un todo que, desde un punto de vista extratemporal, sería capaz de abarcarla en su conjunto, de principio a fin.¹⁶ Bajo esta perspectiva, de carácter eminentemente escatológico, la idea del poder a que me he referido podría cobrar el sentido a partir del cual la concepción de la justicia que plantea la idea del derecho al desarrollo cobrara plena legitimidad.

EL PODER Y EL TIEMPO EN LA PERSPECTIVA ESCATOLÓGICA

Ya he señalado la matriz judeocristiana del derecho al desarrollo. Esta es una de tantas otras ideas gestadas en el seno de la cultura occidental que, amputadas de su raíz, pierden su sentido original y pasan a formar parte del debate ideológico propio de cada época. Es indudable que en la concepción original del Papa Pablo VI se pueden detectar influjos del pensamiento secular característicos de la Filosofía de la Ilustración, incluyendo al marxismo (una determinada idea del progreso, de la unidad de la Historia como configuración de un único sujeto -la Humanidad-, etc.). Pero lo específico de la idea del tiempo que parece estar a la base de la exigencia del derecho al desarrollo es la propia de la escatología judeocristiana.

Un ejemplo muy ilustrativo de la idea del poder bajo la perspectiva escatológica es el llamado Magnificat, puesto en labios de la madre de Jesús de Nazaret¹⁷. En el canto de la joven

galilea se expresa el cumplimiento de una antigua promesa. La comprensión del tiempo de una promesa cumplida por Dios dentro de lo que para los primeros cristianos constituyó el punto culminante de la Historia (la plenitud de los tiempos). La promesa cumplida contiene, entre otras cosas, un aspecto reivindicador. En la lectura que hizo la comunidad de los creyentes de la vida y muerte del profeta galileo, el embarazo milagroso de María y la promesa que encierra para toda la Humanidad, confirma que la misericordia del Dios de Israel se extiende en el tiempo, desplegando su poder, y encuentra su confirmación en hechos concretos de orden político y social. La señal más patente de ello es la inversión radical de la lógica del poder. Los poderosos son derribados del trono y los súbditos¹⁸ elevados al poder, los desposeídos se convierten en poseedores de bienes y los poseedores en desposeídos del todo.

Desde el punto de vista de la historia secular, esta lógica no ha sido confirmada casi nunca. Desde Platón hasta Marx, las distintas utopías son expresión de la proyección de ese lugar (topos) inexistente. Muchas de ellas son la plasmación secular de la promesa que un grupo de judíos -y, después, la comunidad de todos los cristianos- creyó que alcanzó su cumplimiento en el acontecimiento cristiano (nacimiento, vida, muerte, resurrección de Jesús, fundación y expansión de su Iglesia)

Esta matriz ideológica que, a mi modo de ver, constituye el sustrato más hondo de la exigencia del derecho al desarrollo, ha desaparecido por completo en el contexto de la discusión sobre su sentido y legitimidad.

Por otra parte, la noción del tiempo que se dibuja en el horizonte del Nuevo Orden Mundial está en franca oposición con la que he esbozado a grandes rasgos. En el Nuevo Orden Mundial parece confirmarse que no existen leyes históricas; que las luchas reivindicatorias de los pobres (ya sea como grupos dentro de una sociedad o como naciones, dentro de la Sociedad Internacional), más pronto o más

¹⁶ Esto lo vieron claramente los padres de la Escuela de Franckfort, particularmente Walter Benjamin.

¹⁷ Cf. Evangelio de San Lucas, Cap. 2, pp. 46-55. Este canto tiene correspondencias con un gran número de lugares paralelos en la Biblia, y su género literario es semejante al utilizado en la narración de otros acontecimientos significativos. Por ejemplo, Cf. Primer Libro de Samuel, 2, pp. 1-10.

¹⁸ En el original griego, tapeinoús, son los pequeños, que en este contexto podríamos traducir por "los de abajo".

tarde, están condenadas al fracaso; que, finalmente, se imponen las ideas del Liberalismo (clásico, templado o radical) y de la tradición democrática como las más viables para todas las naciones, etc., etc. La idea de un fin de la Historia (Fukuyama) es la versión liberal de la escatología realizada.

Bajo esta perspectiva, la idea del tiempo ha perdido contornos definidos. Por una parte, parece enfatizarse el carácter aleatorio y, por lo tanto, imprevisible de los acontecimientos. Pero por otra parte, el curso de los hechos presenta cierto carácter necesario. El tiempo es una indiscernible combinación de azar y de necesidad. El debate en torno a la modernidad y la posmodernidad se define en torno a estas categorías. Pero las decisiones políticas y las dinámicas ocultas de la historia y del poder se abren paso al margen de estas consideraciones.

La concepción del tiempo y del poder que daba sentido, en el orden secular, a la exigencia del derecho al desarrollo, parece haber perdido las bases que, tácitamente, sustentaban su plausibilidad; tanto más cuanto el ambiente secular dificulta la comprensión del núcleo específicamente judeocristiano de los mismos. Desde un punto de vista puramente descriptivo, lo que para los cristianos era expresión de una visión profética, puede ser interpretado como la visión a la que se tiene acceso por la fuerza de la esperanza que acompaña a la fe en el Hombre (Ernst Bloch). El que cree, ve más, ya sea que se trate del Reino de Dios o del Homo absconditus. Al esperar y al creer en el futuro de la Humanidad, el hombre conoce o reconoce posibilidades de configurar la realidad que de otro modo pasan desapercibidas.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

1. Tanto la afirmación como la negación de la vigencia de la idea del derecho al desarrollo en el presente escenario mundial presupone en cierto modo una percepción implícita del posible sentido de las múltiples historias colectivas. Su afirmación percibe ese sentido como convergencia asintótica hacia un fin que rebasa la Historia.
2. Esta comprensión se puede constituir en motor de acción personal y colectiva en la medida en que, como visión, no sólo muestra un camino por el que hay que peregrinar, sino también un horizonte en el que el resultado del esfuerzo humano por contribuir al desarrollo armónico del mundo, no constituye la última palabra sobre el éxito o el fracaso de la empresa imaginada. Un horizonte, por tanto, en el que la confianza es un factor decisivo.
3. Sin otra visión del tiempo y del poder distinta de la que se gesta en la confluencia de los ritmos vitales de una sociedad industrial, de las concepciones de la ciencia y de las experiencias comunes; y sin una participación activa en procesos de liberación que puedan cobrar carácter de signos de cumplimiento de una promesa escatológica, el derecho al desarrollo seguirá siendo una idea ambivalente. Para el realista, es decir, para el que cree que dentro del Nuevo Orden Mundial ya no tiene nada que perder, el derecho al desarrollo será a lo sumo una idea anacrónica, carente de todo sentido político y legitimidad jurídica. En cambio, para quienes compartan una visión esperanzada respecto del futuro de la Humanidad, el derecho al desarrollo seguirá siendo una idea extemporánea, porque quizá aún no ha encontrado su kairós, el momento histórico en el que pueda desempeñar una función política eficaz.
4. Independientemente de su legitimidad jurídica y política en sentido estricto, el hecho al que se refiere la idea del derecho al desarrollo sigue demandando soluciones urgentes. Los intentos de encontrarlas son del todo necesarias. Pero la concepción del tiempo y del poder de la que la idea del derecho al desarrollo extrae toda su fuerza es, al menos, un indicativo de que la envergadura y la complejidad del problema que se cifra en ella, tendrían que llevarnos a reconsiderar a fondo lo que aún está en manos de todos hacer por configurar un mundo menos desigual. El hecho de las grandes desigualdades quizá no sea ante todo un problema de redistribución de poder, sino de su recuperación y ejercicio, en el momento preciso. Conocer –afirmaba Antoine de Saint-Exupéry– no es desmontar y explicar. Es acceder a una visión. Más, para ello, conviene antes participar.”

ADMISIONES
2001-2002

ULSA

- Preparatoria • Administración • Arquitectura
- Ciencias de la Educación • Ciencias Religiosas • Contaduría Pública •
- Derecho • Diseño Gráfico • Educación Primaria (Normal) • Filosofía • Informática •
- Ingeniería Cibernética y en Sistemas Computacionales • Ingeniería Civil •
- Ing. en Energía Eléctrica y en Sistemas Electrónicos • Ingeniería Industrial y en Sistemas Organizacionales
- Ingeniería Mecánica y en Sistemas Energéticos • Médico Cirujano • Ingeniería Química •
- Química de alimentos • Químico Farmacéutico Biólogo •

UNIVERSIDAD LA SALLE

Benjamin Franklin No. 47, Col. Condesa, Mexico D.F. 06140, Tel. 57280500 Ext.1060,
<http://www.ulsal.edu.mx>

Modelo Interactivo: Educación Virtual Multimediatizada y Conectiva – EVMUC

Lourdes de la Guardia Mendoza

Directora Psicopedagógica del Centro: New Age Connectivity Enterprises, S.A. de C.V.

Colaboradora con la Dirección de Posgrado e Investigación ULSA.

<lourdesnace@hotmail.com>

Gabriel de la Guardia Mendoza

Director Ejecutivo de New Age Connectivity Enterprises, S. A. de C.V.

<nacegabriel@hotmail.com>

RESUMEN

En torno al tema de Educación Virtual, a nivel virtual existe un grupo representativo de especialistas, pero son escasos los que hacen aportaciones desde una perspectiva teórica, metodológica y tecnológica. Dentro de esta línea está el Modelo Interactivo de: Educación Virtual Multimediatizada y Conectiva – EVMUC, con un enfoque interdisciplinario: psicopedagógico, tecnológico educativo, comunicativo, epistemológico, informático y telemático.

Una vez que se precisan los conceptos claves sobre Educación Virtual que sirven de referencia, se incluye el Modelo Interactivo: EVMUC. Alrededor del propósito rector, que consiste en desarrollar el potencial creador de las personas, se establecen las estrategias y tácticas que promuevan aprendizajes colaborativos multimediatizados, para la generación de productos virtuales, mediante una tecnocultura cognitiva en informática y telemática.

Palabras clave: educación virtual, modelo interactivo, multimedios.

ABSTRACT

Around virtual education, there is, at a virtual level a representative group of experts, but there are few who make contributions from a theoretical, methodological, and technological approach. Within this line is the Interactive Model of Connective and Multimedia Virtual Education –EVMUC, with an interdisciplinary approach: psycho-educational, technological education, communicative, epistemological, computing, and telematics.

Once the key concepts on Virtual Education are determined for reference, the Interactive Model - EVMUC is included. Around the central goal consisting in developing the creative potential of people, strategies and tactics to promote multimedia collaborative learning are established to generate virtual products through a cognitive techno-culture in computing and telematics.

Keywords: virtual education, interactive model, multimedia.

INTRODUCCIÓN

El hombre se realiza como persona mediante su capacidad de trascendencia, esta trascen-

dencia se manifiesta en su actividad creadora: se realiza "en" y "por" su creación. A través de esta capacidad el hombre se construye a sí mismo, tiene un modo singular de vivir y de ser,

para lo cual es preciso desarrollar esta capacidad, lo que implica un clima de libertad basado en la confianza, que propicie una expresión personal y por ello creadora

Una manifestación de la creatividad del hombre es la tecnología, que ha creado para su beneficio. Así las nuevas tecnologías le facilitan el tratamiento de la información, su acceso, almacenamiento, análisis, diagnóstico, evaluación, comunicación, intercambio, interacción y transferencia. Éste ha de aprender a emplearlas inteligente y creativamente para conocer, para valerse de ellas y hacer nuevas creaciones, para innovar.

Hay que educar al hombre de hoy conforme a su realidad, de ahí que en esta era tecnológica se dé cabida a una Educación Virtual que implica la formación de personas que, con actitud de apertura, imaginación, iniciativa, libertad, búsqueda... y con el apoyo de las nuevas tecnologías en un ambiente artificial, desarrollen su capacidad creativa para innovar el conocimiento natural: creación de productos virtuales, que conlleva a la transformación de la realidad.

Es necesario favorecer en las personas una tecnocultura cognitiva, es decir, la asimilación de la cultura a través del empleo inteligente de los multimedia, en el que se ponen en juego habilidades cognitivas de organización, análisis, síntesis, inferencia, extrapolación, etc

Dado que cada persona es sujeto de su propio aprendizaje, y que a partir de sus estructuras básicas es capaz de construir conocimientos más complejos, es necesario que aprenda a utilizar inteligentemente los multimedia, precisamente como medios para conocer, comprender, valorar y transformar no sólo su entorno, sino abrirse a otros horizontes. Desde los paradigmas humanista, constructorista y sociocultural es preciso partir de la actividad espontánea propia de las personas, de metodologías de aprendizaje y de enseñanza indirecta, en los nuevos modelos educativos.

Los sistemas educativos han de desarrollar no únicamente las capacidades del hemisferio cerebral izquierdo, en el que se generan los aprendizajes mecánicos, sino también las capacidades del hemisferio cerebral derecho en el que se desarrollan la creatividad, la sensibili-

dad estética, la afectividad, el análisis, la síntesis y la extrapolación, entre otras, que son las capacidades propiamente humanas que propician aprendizajes significativos socializados. Es preciso favorecer el pensar con todo el cerebro.

El empleo inteligente y por lo tanto creativo de las tecnologías avanzadas, transforma la mente de las personas, que acceden de diferente manera a la información mediante diversas fuentes, haciéndolo con economía de tiempo. Esto cambia su modelo mental de la realidad y su representación del mundo. Es en esta perspectiva donde surge el Modelo Interactivo de Educación Virtual Multimediatizada y Conectiva, que estimula el desarrollo de las diversas potencialidades del ser humano.

MODELO INTERACTIVO EVMUC

Para el desarrollo de los diversos aspectos del tema se presenta una red semántica (Fig 1), porque se parte del hecho de que las personas, en forma natural, forman redes semánticas de la información que procesan. Esto lo afirman estudios de neurolingüística.

Bajo los ejes rectores de creatividad, innovación, libertad, interactividad, conectividad y tecnocultura cognitiva, se diseñó el Modelo Interactivo de Educación Virtual Multimediatizada y Conectiva -EVMUC. (Figs. 2 y 3). Fue creado por la Dra. Lourdes de la Guardia Mendoza y por el Mtro. Gabriel de la Guardia Mendoza, quienes con la colaboración esencial y la retroalimentación ingeniosa y enriquecedora de personas de diferentes edades, conformaron la fundamentación teórica, metodológica y tecnológica de EVMUC, con un enfoque interdisciplinario epistemológico, psicopedagógico, tecnológico educativo, comunicativo, informático y telemático.

A partir del modelo anterior (Figs. 2 y 3), se describen sus principales elementos. Cabe hacer notar que precisamente este primer artículo es a nivel de descripción del Modelo EVMUC, en uno posterior se expondrán las aplicaciones del mismo, así como los resultados correspondientes.

EVMUC responde a las necesidades histórico-sociales, con una visión prospectiva, aprovecha los avances tecnológicos para favorecer

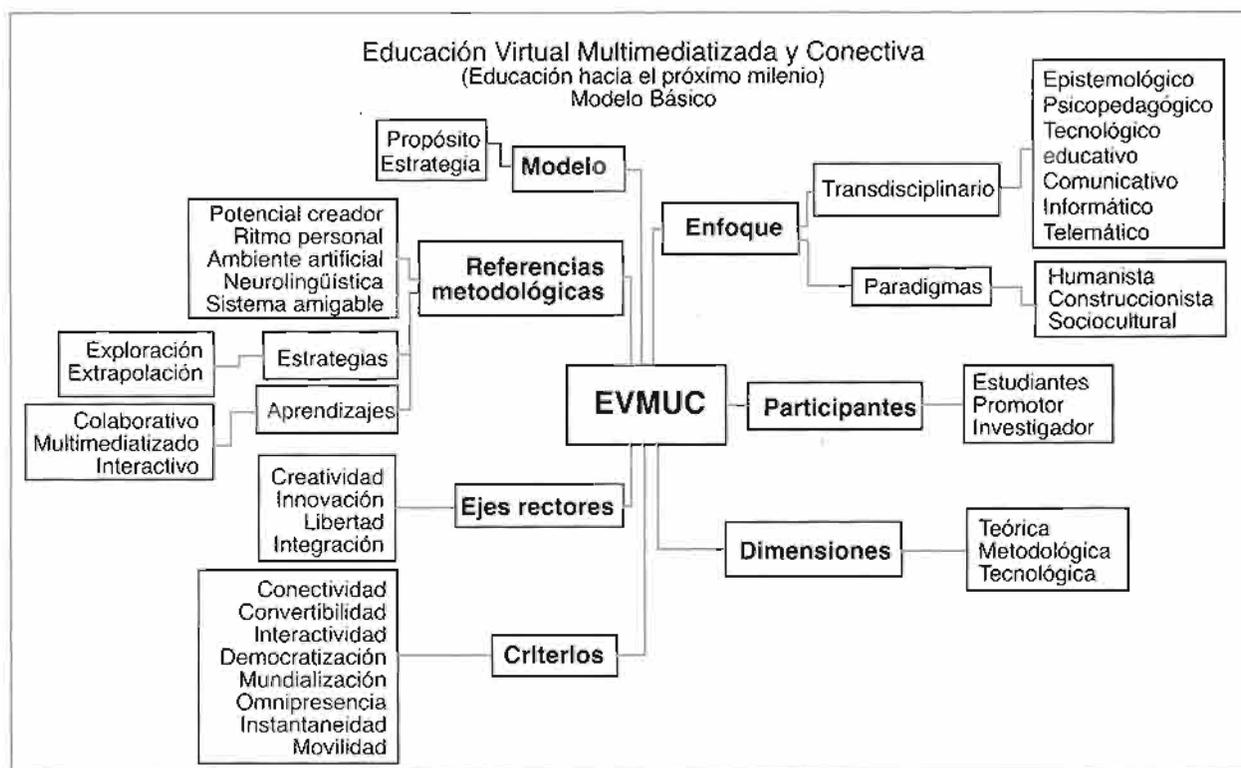


Fig. 1 Red semántica del Modelo de Educación Virtual Multimeditizada y Conectiva

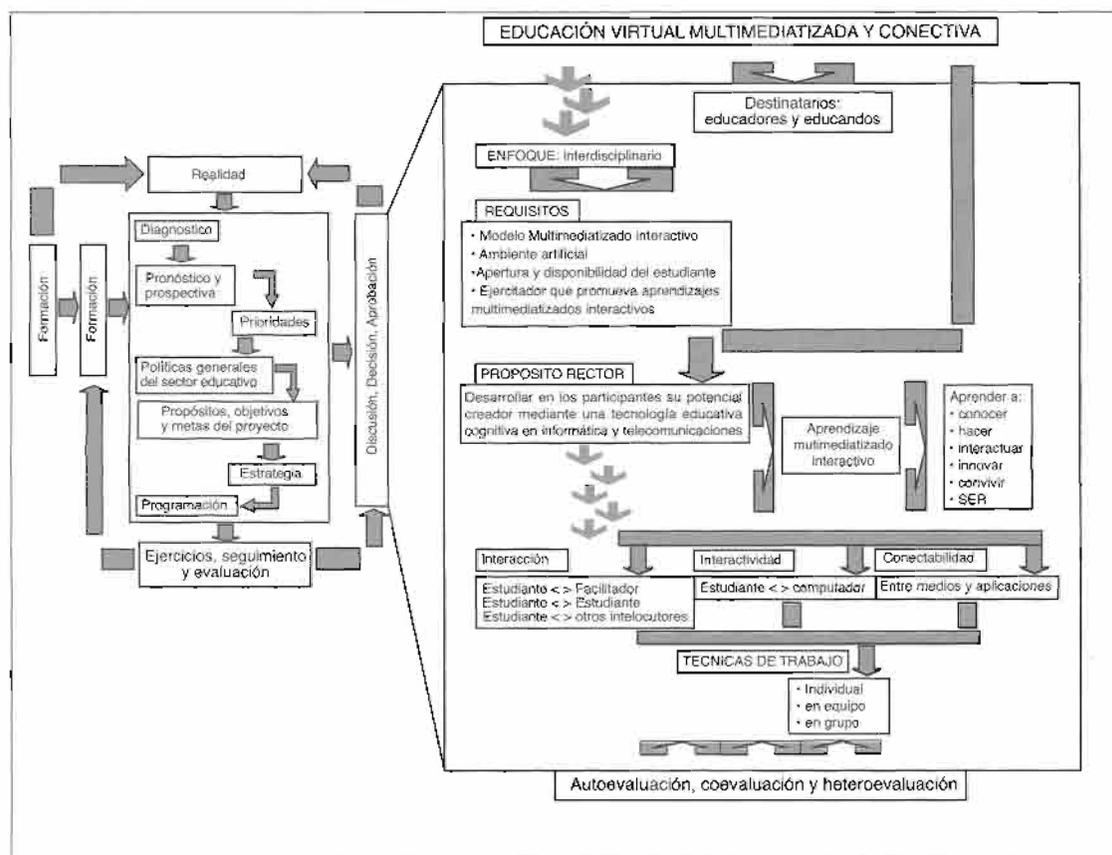


Fig. 2 Modelo de Educación Virtual Multimeditizada y Conectiva

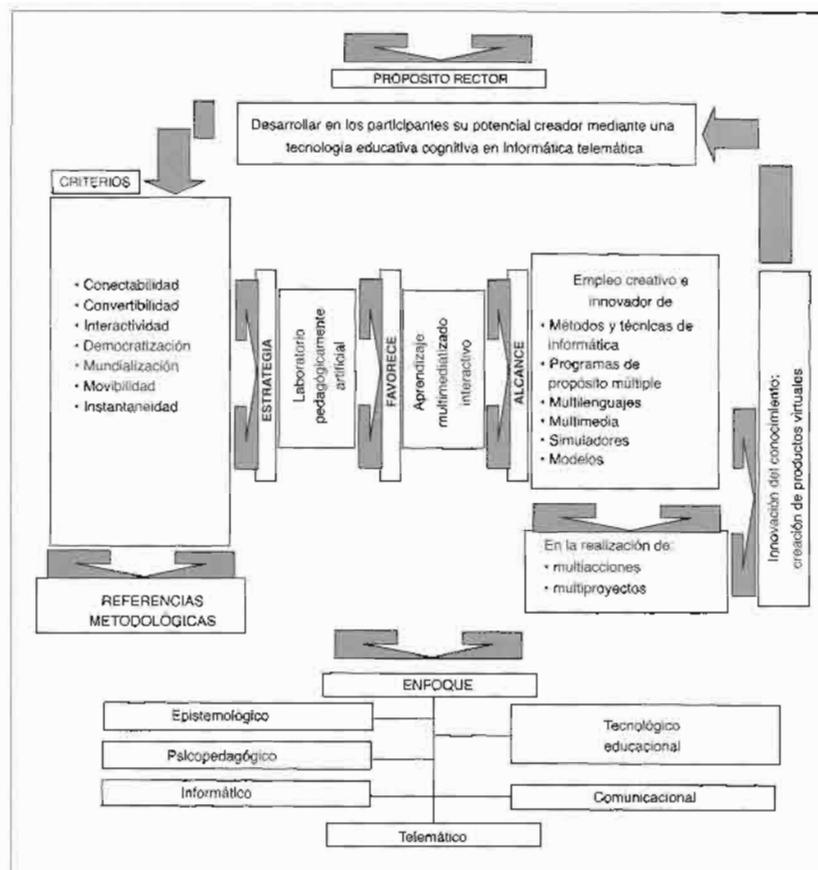


Fig. 3 Modelo Interactivo de Educación Virtual Multimediatizada y Conectiva

el desarrollo del potencial creador de las personas. Es un sistema amigable en el que las personas interactúan con los multimedia: computadora, prolog, digitalizador, videogradora, videocámara, correo electrónico, etc., y que están interconectados. Al aplicar estrategias de exploración y de descubrimiento realizan extrapolaciones, de manera que cada participante en el proceso de elaboración de su proyecto aprende a utilizar programas de propósito múltiple y programas dedicados, según lo requiriere, de manera simultánea y combinada, para lograr un objetivo personal definido.

PROPÓSITO RECTOR DE EVMUC:

El propósito rector de EVMUC consiste en desarrollar el potencial creador de las personas: nuevas posibilidades y estilos de pensamiento, nuevas perspectivas y actualización de múltiples capacidades mentales y actitudes para innovar el conocimiento así como la creación de productos virtuales, mediante laboratorios pedagógicamente artificiales con el apoyo de

tecnología cognitiva en informática y telecomunicaciones para propiciar aprendizajes colaborativos, multimediatizados e interactivos, que les permiten conocer, comprender, trascender y transformar la realidad, como sujetos de soluciones avanzadas.

EVMUC promueve aprendizajes colaborativos, multimediatizados e interactivos que consisten en el desarrollo de habilidades cognitivas y actitudes de innovación, que favorecen la desconstrucción, construcción y asimilación del conocimiento, por la interactividad con los multimedia y especialmente con otras personas, que realizan la función de mediaciones pedagógicas. Ejercen una función mediadora porque sirven de puente entre el sujeto cognoscente (participante) y el objeto de conocimiento.

ENFOQUE

EVMUC está constuido con un enfoque interdisciplinario:

- Psicopedagógico: Epistemológico
- Tecnológico Educativo
- Comunicativo
- Informático
- Telemático

EJES RECTORES DE EVMUC

Los ejes rectores del modelo son:

- Creatividad: Empleo inteligente y original de las nuevas tecnologías para generar produc-

tos virtuales.

- Innovación: Implica combinar los multimedia y programas para crear nuevos productos.
- Libertad: Confiar en la capacidad de las personas; dejarlas actuar responsablemente.
- Tecnocultura cognitiva: Se refiere a la asimilación de la cultura mediante el empleo creativo e inteligente de los multimedia.
- Integración: De las estrategias, tácticas, contenidos, subproductos, aprendizajes y experiencias.

CRITERIOS DE EVMUC	
INNOVACIÓN	del conocimiento natural: conocimiento virtual.
CONECTABILIDAD	entre medios y aplicaciones.
CONVERTIBILIDAD	o capacidad de transferir información
INTERACTIVIDAD	educacional por medio de tecnología con capacidad de respuesta adaptativa bidimensional: sujeto \leftrightarrow computador.
DEMOCRATIZACIÓN	de la información al alcance de todos.
MUNDIALIZACIÓN	sin fronteras, ni diferencias.
MOVILIDAD	capacidad de desarrollar educación en diferentes lugares, por lo que la escuela deja de ser el escenario secular especializado de la formación.
INSTANTANEIDAD	al acceso de la información.
SIMULACIÓN	como instrumento para crear otras simulaciones y conocimiento virtual.
MODELOS	como representación simplificada de cuestiones complejas
MULTILENGUAJES	para acceso, interpretación y conformación de mensajes variados.
MULTIPROYECTOS	para la solución holística de problemas.
EXTRAPOLACIÓN	creativa para la innovación de la realidad.
AMBIENTE ARTIFICIAL	desde una tecnología educativa cognitiva en informática.

Fig. 4 Criterios de EVMUC

Conforme a los ejes rectores se establecieron los siguientes criterios de EVMUC: (Fig. 4)

El Modelo Interactivo EVMUC contempla tres dimensiones: teórica, metodológica y tecnológica, mismas que desde un enfoque sistémico están interrelacionadas, son interdependientes e interactuantes.

- Teórica: El modelo contiene una fundamentación teórica singular desde los paradigmas psicopedagógicos humanista, constructivista y sociocultural.
- Metodológica: Propone un sistema interactivo y conectivo, para que en el proceso de solución de las situaciones problemáticas que le surgen o que se le presenten intencionalmente al participante, emplee estrate-

gias de exploración, integración y extrapolación para solucionarlas de forma ingeniosa y consciente; para que utilice en forma integrada multiprogramas, multimedios, redes y sistemas de comunicación, estrategias y técnicas de informática y de telecomunicaciones, para generar productos virtuales

- Tecnológica: Establecimiento de un laboratorio pedagógico artificial con tecnología cognitiva en informática y en telecomunicaciones, de manera interactiva y conectiva.

Estas dimensiones están dirigidas a favorecer en los participantes una tecnocultura cognitiva que consiste en la desconstrucción, construcción y asimilación del conocimiento mediante el empleo inteligente y creativo de los multimedios.

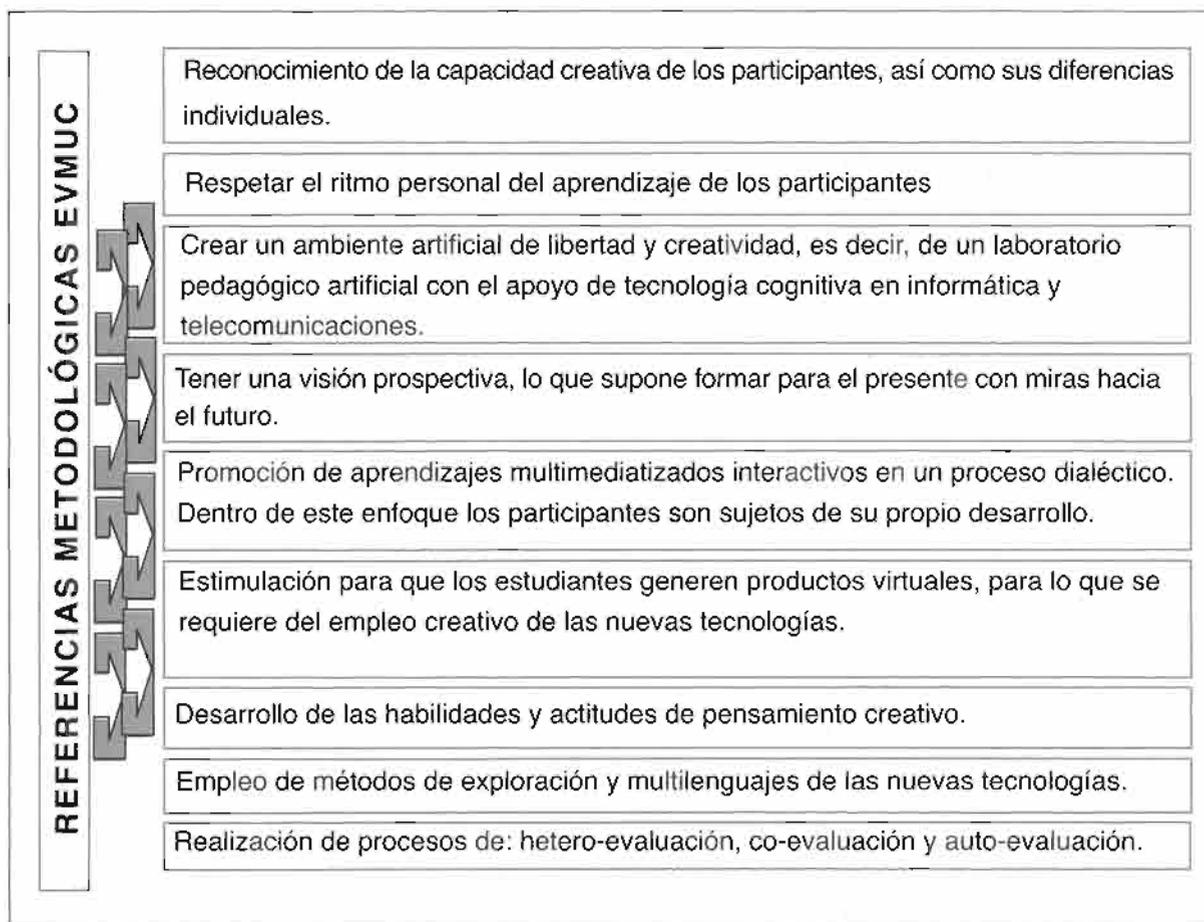


Fig. 5 Referentes metodológicos de EVMUC

El modelo EVMUC con un enfoque holístico e interactivo, tiene como referentes metodológicos: (Fig. 5)

REFERENCIAS METODOLÓGICAS

La metodología de aprendizaje de EVMUC parte del hecho de que las personas:

- Son únicas e irrepetibles, de ahí que se requiere respetar su ritmo de sensorpercepción, comprensión, asimilación y creación.
- Tienen un potencial creador que es preciso desarrollar.
- Es inherente a su naturaleza cuestionarse, explorar y tener una visión holística del objeto de estudio.
- Estimulan sus neuronas cuando resuelven problemas, cuando crean algo.
- Son sujetos de su propio aprendizaje, por lo que la función del profesor es la de promotor.
- Por lo mismo el promotor ha de:
- Favorecer actitudes y habilidades de creación.
- Crear un ambiente artificial de libertad, sólo es posible generar productos virtuales en laboratorios pedagógicos de multimedia.
- Promover aprendizajes multimediatizados interactivos desde un paradigma constructivista.

FUNCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

La función de los participantes como sujetos de su propio aprendizaje, implica que desconstruyan y construyan sus conocimientos, desarrollen sus habilidades cognitivas y actitudes a través de un proceso dialéctico. Además, que utilicen simultáneamente métodos, técnicas y tácticas de informática y telecomunicaciones al realizar sus multiproyectos en los que trabajen creativamente y lleven a cabo innovaciones. Y, que mediante el empleo de estrategias de exploración y extrapolación aprendan, con un sistema amigable interactivo y conectivo, a utilizar de manera inteligente y creativa las nuevas tecnologías para generar productos virtuales. Resulta esencial la actitud de apertura y respeto para socializar los conocimientos y las estrategias de aprendizaje, y para realizar proyectos colaborativos con el empleo de las nuevas tecnologías.

FUNCIÓN DEL PROMOTOR

El promotor parte del hecho de que los participantes son el principio y fin de la educación, de ahí que la metodología esté centrada en los participantes. Su función básica consiste en ser mediador que organiza, pre-selecciona, sugiere y pone a disposición de los participantes una serie de opciones significativas que propician su participación, expresividad, relacionalidad y creatividad para promover aprendizajes socializados y multimediatizados interactivos para crear productos virtuales.

CONCLUSIÓN

EVMUC es un modelo interactivo con un enfoque interdisciplinario (psicopedagógico, tecnológico educativo, epistemológico, comunicativo, informático y telemático). Desde una concepción de educación acorde a esta era tecnológica desarrolla en las personas el potencial creador, que conlleva a generar productos virtuales mediante el empleo inteligente de las nuevas tecnologías (herramientas digitales): computadora, digitalizador, videocasetera, videocámara, correo electrónico y prologic, en laboratorios pedagógicamente artificiales con el apoyo de una tecnología cognitiva en informática y telecomunicaciones.

Este modelo favorece una tecnocultura cognitiva en la que a través del empleo inteligente y creativo de los multimedia, los participantes desconstruyen, construyen y socializan sus conocimientos y experiencias.

Es un sistema en el que las personas por la interactividad y conectividad con los multimedia, al aplicar estrategias de exploración y extrapolación, con un método integrador (trabajo simultáneo y holístico de programas de propósito múltiple, programas dedicados, redes y sistemas de comunicación, métodos y técnicas de informática y de telecomunicaciones, multimedia, multilenguajes y simuladores, en la realización de multiproyectos) logran aprendizajes colaborativos, multimediatizados e interactivos, que les permiten conocer, comprender, trascender y transformar la realidad, como agentes de soluciones avanzadas.

Los participantes aprenden de manera simultánea a manejar y combinar los progra-

mas de cómputo. Se les orienta para que descubran las funciones comunes y específicas que tienen, para que al combinarlas diseñen productos originales y personalizados.

La función del participante es la de ser sujeto de su aprendizaje multimediatizado interactivo, y por ello, colaborador en el de sus compañeros, En esta línea, la función del promotor es la de mediador.

Es esencial que para la incorporación de las nuevas tecnologías en el campo educativo, ante todo se diseñe un modelo educativo, que contemple la fundamentación teórica, metodológica y tecnológica, los objetivos, las estrategias de inducción para la formación de una cultura digital en los participantes y la infraestructura que se requiere, así como la disposición de los equipos y del mobiliario, de acuerdo al tipo de aprendizaje y comunicación que se propone. Para ello, es precisa la participación de un grupo interdisciplinario, que ha de ser liderado por un especialista en educación.

BIBLIOGRAFÍA

- Varios autores. *Teaching & Learning in the digital age. Research into practice with the telecommunications in educational settings.* Austin, Texas and Mexico City, TCET and ISTE, 1997.
- Collis, B. Special issue: The www in use in higher education internacional. *Journal of educational telecommunications*, 3 (2/3), pp. 105-116, 1997.
- MIT Media Laboratory (En línea)
Disponible:
<http://www.media.mit.edu>
- Minsky, M. (En línea)
Disponible:
<http://www.media.mit.edu/minsky>
- Negroponte N. (En línea)
Disponible:
<http://www.media.mit.edu/people/nicholas>
- Papert, Seymour (En línea)
Disponible:
<http://www.media.mit.edu/people/papert>
- Discovery Channel. Videos "El cerebro, la computadora humana": "La evolución de la mente", "La percepción de los sentidos", "Mente milagrosa", "La prodigiosa memoria" y "Más allá de la mente". 1-5 videos. He Brian. The universe within.

Las implicaciones de la hipermutación somática, en la generación de la diversidad en la respuesta inmunológica

José A. García
 Coordinación General de Investigación, Universidad La Salle
 <jgarcia@ci.ulsal.mx>

RESUMEN

Se presenta un breve análisis de las implicaciones del fenómeno de hipermutación somática en los receptores linfoides inmunocompetentes. Se destaca la implicación de dicho fenómeno en el receptor de células T (TCR).

Palabras clave: hipermutación somática, receptores linfoides inmunocompetentes.

ABSTRACT

A brief analysis of the implications of somatic hypermutation phenomena in the lymphoid immunocompetent receptors is presented. The implication of this event in the T-cell receptor (TCR) is emphasized.

Keywords: somatic hypermutation, lymphoid immunocompetent receptors.

INTRODUCCIÓN

Una de las propiedades más importantes de la respuesta inmune consiste en la gran diversidad de moléculas que pueden ser reconocidas por sus receptores, especialmente por el anticuerpo. Se puede considerar un repertorio potencial de 10⁹ clones de linfocitos B específicos que son generados en la médula ósea de los vertebrados adultos.

La generación de la diversidad se produce mediante dos mecanismos. El primero ocurre en el proceso de diferenciación de las células B y está dado por el rearreglo de los genes variables (V), de diversidad (D) y de unión (J) de la cadena pesada del anticuerpo, así como de los genes V y J de la cadena ligera (1). En este proceso se genera la mayor parte del repertorio de células B. El segundo es por la hipermutación somática.

Durante la ontogenia del linfocito B, las células inmaduras al encontrarse con su antígeno

son eliminadas por apoptosis, lo que disminuye el número de células potencialmente autorreactivas (2). Aquéllas que superan este proceso salen a circulación para recorrer los diferentes órganos linfáticos en busca de su antígeno.

Cuando el receptor de células B (BCR) se encuentra con su antígeno, ocurre el proceso de activación y diferenciación a células plasmáticas. Si este proceso se lleva a cabo en los centros germinales y además interviene de manera directa el linfocito T, entonces ocurre el proceso de hipermutación somática, con lo que se aumenta el repertorio original (3). Dada la presencia del antígeno en estas zonas, se favorece la proliferación de las clones con mayor afinidad, por lo que la hipermutación somática está asociada a un proceso de maduración de la afinidad (4).

La participación del linfocito T CD4⁺ en la hipermutación somática es dosis dependiente y a través de moléculas de adhesión específicas

como el ligando de CD40 y el CD28 que interactúan en la célula B con CD40 y B7 respectivamente (5). El proceso parece activarse en el estadio del centroblasto para que posteriormente las células dendríticas foliculares (FDCs) seleccionen a las células B en el estadio del centrocito (6).

LOS CENTROS GERMINALES (GCs)

En la pulpa blanca del bazo se pueden distinguir 3 regiones: la zona marginal (MZ); la cubierta linfóide periarteriolar (PALS); y el folículo. La primera representa el sitio de entrada de los linfocitos de la circulación al bazo y es también hogar de macrófagos especializados y una subpoblación de linfocitos B IgMhlgDlo. En la PALS encontramos el área de células T, que además es rica en células dendríticas interdigitantes, un tipo de célula presentadora de antígeno (APC). El folículo es el área de células B de la pulpa blanca que contiene además FDCs que actúan "atrapando" de manera eficiente al antígeno (7).

Los linfocitos B y T que se encuentran en circulación entran a la MZ para luego ingresar a la PALS donde los linfocitos T permanecen; las células B continúan hacia el folículo. En ausencia de estimulación antigénica ambos linfocitos regresan a circulación probablemente a través del seno marginal (7).

En la presencia de antígeno el panorama anterior cambia de manera radical. El antígeno se localiza inicialmente asociado a las células dendríticas interdigitantes quienes presentan éste a las células T específicas, deteniendo su migración e induciéndolas a proliferar (8). Los linfocitos B estimulados por el antígeno, migran hacia la PALS donde reciben la cooperación de células T y proliferan en consecuencia. La mayoría de los linfocitos B sufre un proceso de diferenciación a células plasmáticas productoras de anticuerpos de la clase IgM en principio, pero posteriormente pueden hacer el switch a otro isotipo (IgG, IgE, IgA). Estas células tienen un tiempo de vida media relativamente corto y mueren por apoptosis en aproximadamente 2 semanas tras el estímulo antigénico original. Algunas células B y T específicas migran hacia folículos adyacentes, donde el antígeno se encuentra asociado a la membrana de las FDCs (9). Las células B que migran hacia

los folículos proliferan localmente para formar GCs. Dentro de las moléculas que intervienen en el fenómeno se encuentran los factores de transcripción OCA-B/Bob-1/OBF-1 (10) y SPI-B (11); los receptores para el complemento 1 y 2 (CD21/CD35) (12); así como la expresión de las proteínas BCL-6 (13) y OX40 (14).

El GC contiene inicialmente sólo centroblastos en división y posteriormente presenta las características zonas oscuras y luminosas que contienen a los centroblastos y a los centrocitos (que no se dividen) respectivamente. La zona luminosa es la región del GC rica en la red de FDCs donde gran parte de los complejos inmunes son "atrapados". Se piensa que la hipermutación somática de los genes variables de las inmunoglobulinas ocurre en los centroblastos Ig- que subsecuentemente migran hacia la zona luminosa donde re-expresan la inmunoglobulina de superficie (7).

En esta zona, aquellas clonas con suficiente afinidad por el antígeno sobreviven, mientras que el resto muere por apoptosis, aunque se ha reportado, que algunas de estas últimas clonas pueden ser rescatadas por una nueva activación de los genes RAG-1 y RAG-2, responsables de la recombinación de los genes en la región variable (15). Dada la alta concentración de células B en los GCs, se presenta el fenómeno de competencia por el antígeno que se encuentra en las FDCs, con lo que aquellas clonas con mayor afinidad se verán favorecidas. Las clonas que fueron seleccionadas positivamente, pueden reingresar a la zona oscura para posteriores eventos de mutación y selección, con lo que se va mejorando la afinidad de la respuesta inmunológica (Fig. 1).

CARACTERÍSTICAS DE LA HIPERMUTACIÓN SOMÁTICA EN CÉLULAS B

La hipermutación somática de los genes V(D)J del anticuerpo es activada en las células B que se encuentran en los GCs, donde son introducidas mutaciones puntuales y, en menor grado, inserciones y deleciones en una región de 1 a 2 kilopares de bases por abajo del sitio de inicio de la transcripción (16).

La característica más sobresaliente de la hipermutación somática, es precisamente el rango

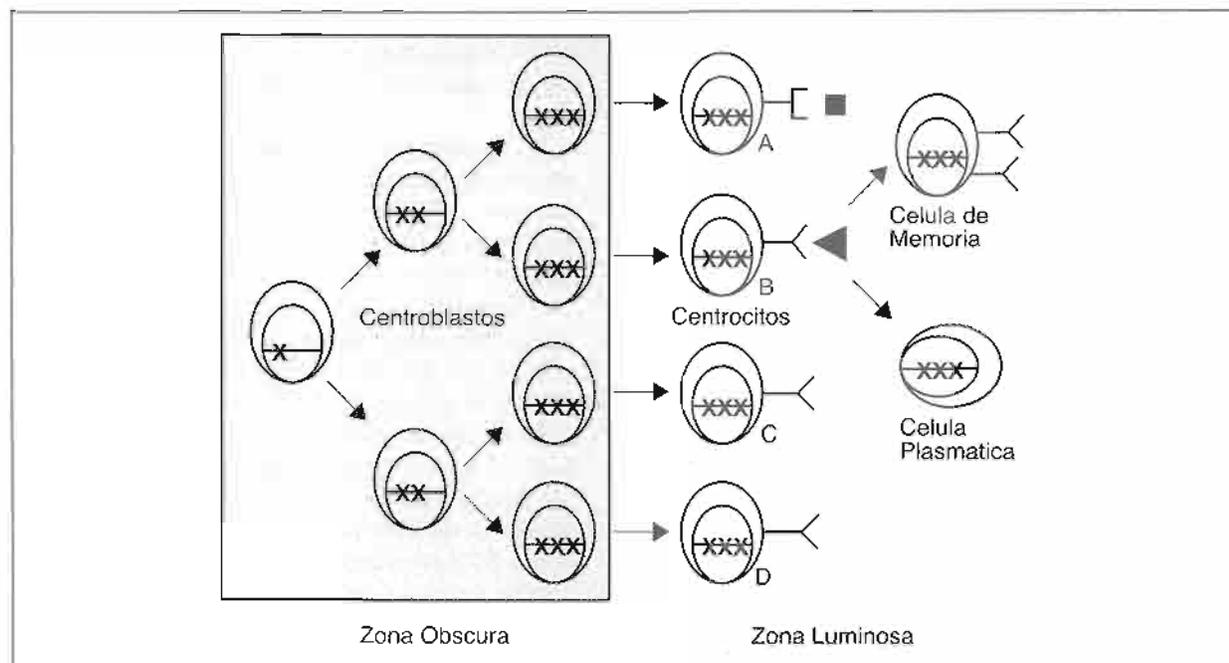


Figura 1 Selección positiva de clones inmunocompetentes tras la hipermutación somática del anticuerpo. A: existe contacto con el antígeno (vía FDC) pero no hay cooperación de T, con la consecuente apoptosis. B: hay contacto tanto con el antígeno (vía FDC) como con el ligando de CD40 (CD40-L) en la superficie del linfocito T; consecuentemente la clona se activa y se generan células de memoria y células plasmáticas productoras de anticuerpos. C y D: no se encuentra el antígeno en el GC o la afinidad del receptor es muy baja; estas clonas se eliminan por apoptosis.

tan alto de mutación que se presenta, y que se estima que puede alcanzar hasta una mutación puntual por cada 1000 bp por generación celular, la cual supera en varios órdenes de magnitud a la mutación espontánea (3). Casi todas las mutaciones encontradas son por sustitución, con muy pocas inserciones o deleciones de nucleótidos. Existe evidencia de que sólo una de las cadenas del DNA sufre el proceso, lo que descarta la posibilidad de atribuir el fenómeno a la acción de la DNA polimerasa (3).

En el proceso de la hipermutación somática, se ha reportado una mayor frecuencia de mutación en ciertas regiones llamadas hot spots, las cuales se encuentran concentradas en las regiones hipervariables (CDRs) más que en las regiones del armazón (framework). La presencia de hot spots parece estar dada por los codones de serina AGY (donde Y = ?) en las regiones hipervariables (17).

HIPERMUTACIÓN SOMÁTICA EN EL RECEPTOR DE CÉLULAS T (TCR)

El fenómeno de la hipermutación somática se ha considerado por años que sólo ocurre en los genes variables del anticuerpo. En uno de los primeros intentos por tratar de observar este proceso en el TCR se transfirieron células B con un transgén del TCR bajo el control del amplificador de la cadena pesada de las inmunoglobulinas (18). En este modelo no se reportaron mutaciones en las regiones variables del TCR, a pesar de que los anticuerpos sí los llevaron a cabo.

La hipermutación somática en el TCR se reportó por primera vez en las cadenas alfa de un receptor murino (19). En estos experimentos no se encontró hipermutación somática en las cadenas beta y tanto la frecuencia como la naturaleza de las sustituciones de las mutaciones de las cadenas alfa fueron similares al caso del

anticuerpo. Este grupo reportó evidencia directa de que una pequeña población de células T antígeno-específicas que son reclutadas de centros germinales del bazo, adquieren mutaciones en las regiones que codifican para los genes variables de la cadena α del TCR (Va), pero no en las cadenas β . Aseveraron que las mutaciones locus-específicas encontradas alcanzan frecuencias comparables con los exones de VH de inmunoglobulinas mutadas recuperadas del mismo sitio y que presentan una substitución de bases similar y polaridad en las cadenas del DNA. Linfocitos T que presentan mutaciones idénticas aparecen en múltiples GCs, lo que posiblemente implique que algunas células que llevan TCRs mutados puedan recircular a través del sistema linfático.

Posteriormente se reportaron mutaciones en la cadena beta de otro receptor murino, aunque no se reportaron estos cambios como hipermutación somática (20). Cabe notar que el grado de mutación en este caso no fue del mismo grado que el reportado por el grupo de Kelsoe (19), donde la frecuencia de hipermutaciones puede deberse al hecho de que las células T fueron aisladas de los centros germinales (GC) donde se sabe que ocurre este fenómeno en el caso del anticuerpo.

Más recientemente se reportó la presencia de hipermutación somática en la cadena beta 3 (Vb3) del TCR en muestras de bazo microdisecionado de pacientes seropositivos para el virus de la inmunodeficiencia humana (HIV) (21). En dichas muestras se encontró que tanto la frecuencia de mutaciones como de la naturaleza de las sustituciones era similar al caso del anticuerpo. Este representa el primer reporte del fenómeno en humanos, ya que artículos anteriores sólo habían estudiado receptores murinos.

IMPLICACIONES DE LA HIPERMUTACIÓN SOMÁTICA

La hipermutación somática genera nuevas especificidades en el repertorio de la respuesta inmunológica. Como consecuencia de este fenómeno, pueden producirse clonas potencialmente autorreactivas. En el caso de las células B, las clonas autorreactivas son eliminadas dada su susceptibilidad elevada a las señales de apoptosis que no pueden ser revertidas

debido tanto a la ausencia de antígeno específico en la superficie de las FDCs, como de la falta de cooperación con las células T (Figura 1).

En el caso de las células T el mecanismo de hipermutación somática ha sido descrito recientemente, por lo que se dificulta su interpretación. Es posible que este fenómeno también genere clonas potencialmente autorreactivas, que en principio tendrían que ser eliminadas vía apoptosis. Sin embargo, permanece la posibilidad de que se generen clonas autorreactivas de células B y T de manera simultánea (es decir, para el mismo antígeno) y que esta especificidad se encuentre representada dentro de las moléculas presentadas por las FDCs. En este último caso quedaría latente el desarrollo de una enfermedad autoinmune.

REFERENCIAS

- (1) Bernard, O., N. Hozumi, & S. Tonegawa, "Sequences of mouse immunoglobulin light chain genes before and after somatic changes", *Cell* 15, pp. 1133-1144, 1978.
- (2) Burnet, F.M., *The clonal selection theory of acquired immunity*, The University Press, Cambridge, UK., 1959.
- (3) Storb, U. "The molecular basis of somatic hypermutation of immunoglobulin genes", *Curr. Opin. Immunol.* 8, pp. 206-214, 1996.
- (4) Pierre, D.M., et al. "Somatic evolution in the immune system: the need for germinal centers for efficient affinity maturation", *J. theor. Biol.* 186, pp. 159-171, 1997.
- (5) Han, S., et al., "Cellular interaction in germinal centers. Roles of CD40 ligand and B7-2 in established germinal centers", *J. Immunol.* pp. 155, 556-567, 1995.
- (6) Kelsoe, G. "In situ studies of germinal center reaction", *Adv. Immunol.* 60, pp. 267-288, 1995.
- (7) Tarlinton, D. "Germinal centers: form and function", *Curr. Opin. Immunol.* 10, pp. 245-251, 1998.
- (8) Kearney, E.R., et al. "Visualization of peptide-specific T cell immunity and peripheral tolerance induction *in vivo*", *Immunity* 1, pp. 327-339, 1994.
- (9) Jacobs, J. & G., Kelsoe, "In situ studies of the primary immune response to 4-hydroxy-3-nitrophenyl acetyl II. A common clonal origin for periaarteriolar lymphoid sheath-asso-

- ciated foci and germinal centers", *J. Exp. Med.* 176, pp. 679-687, 1992.
- (10) Kim, U., *et al.*, "The B cell specific transcription coactivator OCA-B/OBF-1/Bob-1 is essential for normal production of immunoglobulin isotypes", *Nature* 383, pp. 542-547, 1996.
- (11) Su, G.H., *et al.*, "Defective B cell receptor-mediated responses in mice lacking the ETS protein, SPI-B", *EMBO J.* 16, pp. 7118-7129, 1997.
- (12) Molina, M., *et al.*, "Markedly impaired humoral immune response in mice deficient in complement receptors 1 and 2". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93, pp. 3357-3361, 1996.
- (13) Fukuda, T., *et al.*, "Disruption of the Bcl6 gene results in impaired germinal center formation", *J. Exp. Med.* 186, pp. 439-448, 1997.
- (14) Stüber, E. & W. Strober, "The T cell-B cell interaction via OX40-OX40L is necessary for the T cell-dependent humoral immune response", *J. Exp. Med.* 183, pp. 979-989, 1996.
- (15) Han, S., *et al.*, "V(D)J recombinase in a subset of germinal center B lymphocytes", *Science* 278, pp. 301-305, 1997.
- (16) Kelsoe, G., "V(D)J hypermutation and receptor revision: coloring outside the lines", *Curr. Opin. Immunol.* 11, pp. 70-75, 1999.
- (17) Wagner, S., C. Milstein & M. Neuberger, "Codon bias targets mutation", *Nature* 376, pp. 732, 1995.
- (18) Hackett, J.Jr., *et al.* "Analysis of a T cell receptor gene as a target of the somatic hypermutation mechanism". *J. Exp. Med.* 176, pp. 225-231, 1992.
- (19) Zheng, B., W. Xue & G. Kelsoe, "Locus-specific somatic hypermutation in germinal center T cells", *Nature* 372, pp. 556-559, 1994.
- (20) MacHeyzer-Williams, M.G. & M.M. Davis, "Antigen-specific development of primary and memory T cells *in vivo*", *Science* 268, pp. 106-111, 1995.
- (21) Cheynier, R., S. Henrichwark & S. Wain-Hobson, "Somatic hypermutation of the T cell receptor Vb gene in microdissected splenic white pulps from HIV-1 positive patients". *Eur. J. Immunol.* 28, pp. 1604-1610, 1998.

Instituciones Lasallistas de Educación Superior en México

Instituto Superior de Ciencia y Tecnología de la Laguna. (ISCYTAC).

Canatlán No. 150,
Parque Industrial Lagunero; C.P. 35078
Tels.: (01 17) 50 20 49 y 50 24 90
iscytac@halcon.laguna.ual.mx

Universidad De La Salle Bajío.

Av. Universidad S/N,
Col. Lomas del Campestre; León, Guanajuato. C.P. 37150
Tels.: (014) 718 52 52 y 717 17 40
Fax 718 55 11

Universidad La Salle Cancún.

Km 11.5 carretera Cancún - Aeropuerto
Cancún, Quintana Roo C.P. 77505 Apartado Postal 404
Tels. y Fax: (01 98) 86 22 01 a: 06 ext. 55

Universidad La Salle Cuernavaca.

Nueva Inglaterra esq. Con Nicolás Bravo,
Col. San Cristóbal. Cuernavaca Morelos. C.P. 62230
Tels.: (01 7) 311 55 25
Fax: 311 35 28

Universidad La Salle Guadalajara.

Enrique Díaz de León No. 90,
Zona Centro Guadalajara, Jal. C.P. 44290
Tels.: (01 3) 826 93 00
Fax: 826 93 93

Universidad La Salle Morelia.

Av. Universidad No. 500,
Municipio de Tarímbaro; Mich. C.P. 58860
Tels.: (014) 317 04 87, 317 05 03, 317 03 82 y 317 05 07
Fax: 317 05 07

Universidad La Salle Noroeste.

Veracruz s/n Norte, Fraccionamiento Obregón Norte;
C.P. 85019 Apartado Postal Número 3
Tels.: (01 84) 14 90 66, 14 96 34 y 14 93 19
Fax: 13 50 44

Universidad La Salle Pachuca.

Belisario Domínguez No. 202,
Col. Centro; Pachuca, Hgo. C.P. 42000
Tels.: (01 7) 71 300 61 y 71 807 76 y 71 857 44
Fax: 71 376 58

Universidad La Salle Chihuahua

Blas Cano de los Ríos 3 Col. San Felipe Chihuahua,
Chih. C.P. 31240
Tels. y fax (011) 426 61 11, 413 24 94 y 414 29 55

Universidad La Salle Benavente

25 Oriente 9, primer piso.
Col. El Carmen Puebla, Puebla C.P. 72530
Tel.: (012) 243 63 00 ext. 249

Centro de Estudios Superiores La Salle. (CESLAS).

Simón Bolívar No. 700, Col. Chepevera;
Monterrey, N.L. C.P. 64030
Tel.: (8) 347 59 49, 358 51 71
Fax: (8) 347 59 40

Unidad Joaquín Cordero y Buenrostro

Sedi Carnot 44, Col. San Rafael
México, D.F.
Tel: 55 91 11 58
Fax: 55 46 69 64

Algunas notas sobre servidumbre en el sur del Valle del Mezquital, 1585-1655.

Artemio Arroyo Mosqueda.

Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Hidalgo

1.- Como es sabido, el llamado Valle del Mezquital fue una zona de notable influencia otomiana para el periodo posclásico tardío, esto es, en la fase comprendida entre 1250-1519, cubría un amplio arco cuyos límites norte penetraban aun municipios hidalguenses serranos como Zimapán y Nicolás Flores, compenetrándose hacia el este con asentos chichimecas, establecidos en las hoy demarcaciones municipales de Santiago de Anaya, San Salvador, Actopan, Tetepango y Ajacuba, por citar algunos.¹

2.- Fueron estas características geoculturales las que encontraron los conquistadores españoles a partir de 1519², esto es, durante su primer contacto con los ahora parajes suroccidentales del Estado de Hidalgo. La conquista y dominación de la zona iniciaría un año después, de ahí que la región de Tula, punto de nuestra atención, sería controlada hacia 1521³. En este sitio se hablaba en su generalidad otomí y, como territorialidad delimitada, se conformaba con los actuales municipios de Tepeji del Río, Tula de Allende y Tepetitlán, siendo el poblado de Tula el centro de gobierno.

Para entonces, el poblado de Tepeji acogía a un agregado de habla nahua gobernado en su

caso por un señor o cacique local (calpixque)⁴. Esto último nos presenta un panorama de convivencia cultural diverso y de orden político complejo.

3.- Siguiendo el esquema político y administrativo impuesto en el Valle de México, Tula y sus asentamientos fueron organizados conforme el arquetipo cabecera-sujeto⁵, quedando aquella en calidad de dirigente. Fundándose entonces la jurisdicción de Tula, ya avanzado el siglo de la conquista.

De la misma manera, aquella unidad jurídico territorial fue de asignada encomienda y a fines de 1530 el beneficiario de Tula y sus sujetos era un empleado de la Corona de nombre Rodrigo de Albornoz⁶, posesiones que correspondieron años antes, a los descendientes de Moctezuma⁷.

Esta encomienda estuvo poco tiempo en manos de particulares, pues para 1544 pasó a ser realenga. Sin embargo, algunas estancias o asentamientos alejados de la cabecera como Tepeitic, tributarían nuevamente a un familiar de Moctezuma (Pedro Moctezuma) dos décadas después⁸.

Por lo que respecta al pueblo de Tepeji, sus beneficios como encomienda fueron adjudicados por Hernán Cortés a un tal Sebastián Moscoso, de quien se entiende fue un militar

¹ Monterrubio Carmen, *Historia Prehispánica del Estado de Hidalgo Una Síntesis*, Gobierno del Estado de Hidalgo/Consejo Estatal para la Cultura y las Artes. Pachuca, p. 51, 1996

² Gerhard, Peter, *Geografía Histórica de la Nueva España 1519-1821*, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 341, 159, 309, 392. México 1986

³ *Ibid*, p. 341

⁴ *Ibid*, p. 341

⁵ Gibson, Charles, *Los Aztecas bajo el dominio español*, Siglo XXI Editores, pp. 36-37, México 1977.

⁶ Gerhard, *op cit*, p. 341

⁷ Gibson, *op. cit*, 431.

⁸ Gerhard, *op cit*, p. 341

conquistador⁹. Este mismo personaje tendría para sí, el usufructo de Otlazpa, sitio localizado en el extremo sur de la demarcación.

4.- A partir de que la Corona toma en sus manos la encomienda de Tula, este sitio sirve de asiento al gobierno jurisdiccional, esto es, se designa como sede de corregimiento en aquel 1544. Este modelo de justicia sería el encargado de normativizar las acciones de la encomienda, pues había resultado una institución en suma agresiva a los intereses de las comunidades indias, y en consecuencia, a los de la Corona¹⁰. Veinte años más tarde el corregimiento había sido sustituido por una Alcaldía Mayor. En realidad significaba tan sólo un cambio en la nomenclatura pues en el fondo la estructura y funciones seguían siendo las mismas en las que hubo de desenvolverse el corregimiento.

5.- El ambiente social violento promovido por el despliegue y acción de la encomienda en el Valle de México y sus alrededores, aún se mantendrían hacia fines del siglo XVI, y la primera mitad del siguiente, en la parte sur del Mezquital, especialmente por lo que corresponde a las cabeceras de San José, Tula y Tepejí. Aquí en estos sitios prevalecería una serie de circunstancias especialmente complejas en cuanto a la tenencia de tierra, los modelos productivos, la organización del trabajo, la extracción de excedentes y la forma de gobierno que para el caso de la presencia española, según documentación de archivo consultada para este respecto, en el pueblo de Tula las cosas no iban muy bien para los caciques locales en 1585, pese a que al sureste de la cabecera la influencia y gobierno de éstos era de por sí patente, en lo particular en Atotonilco, en donde los encomenderos buscaban descalificar su presencia a fin de fortalecer la encomienda¹¹. De cualquier forma, estos ataques minaban ya los cacicazgos indígenas regionales.

Ante la implantación del corregimiento y posteriormente de alcaldía mayor, la estrategia del indirect rule había perdido vigencia. A la pérdida de poder político se sumaba la del poder económico, pues en palabras de la otrora cacique Justina Salomé ante el gobierno jurisdiccional, esto es, el alcalde mayor, algunas de sus propiedades habían sido afectadas por un matrimonio español-indígena, que argumentaba por su lado tenerlas en posesión gracias a un reparto promovido por la Real Audiencia interesada en formar una congregación¹² por la sexta década del siglo, acción debida quizá a los estragos de las pestes, especialmente la de cocoliztli ocurrida en 1566 y años siguientes¹³.

De este modo el peninsular Alonso Hernández y su mujer Ana utilizan el recurso de la testificación, resuelta el gobernador y alcaldes de Tula, esto es, apoyándose en el cabildo indígena¹⁴. Justina Salomé, en su caso, demanda amparo a sus propiedades del Alcalde Mayor, considerando injusto e ilegal el posesionamiento que de ellas se hace, toda vez que dice contar con documentos o títulos heredados de su familia, a los que se acoge como pruebas, exhibiendo su contenido en cuanto se le demande.

Como puede percibirse, la estructura del poder virreinal había decidido sustituir sus primeras etapas de dominación basadas en las alianzas condicionadas con los líderes y gobernantes nativos. Su exclusión de la esfera del poder político iba en consonancia con la implantación de los cabildos y alcaldías mayores.

El gobierno virreinal, a través de sus instituciones de representación jurídico legal, echaba mano, como en este caso, de los privilegios materiales con que contaban aún las autoridades indígenas, sirviéndose entonces de los recursos privados para impulsar la política de reconfiguración especial y control administrativo, o sea, una acción pública. El solar e inmuebles disputados por Justina Salomé, habían

⁹ *Ibid.*, p. 342.

¹⁰ Gibson, *op. cit.*, pp. 63-64.

¹¹ Simpson, L.B., *Muchos Méxicos*, Fondo de Cultura Económica, p. 124, México 1993.

¹² AGEH, *op. cit.*, C.3, E.12, 1585

¹³ Gibson, *op. cit.*, p. 461.

¹⁴ AGEH, *op. cit.*, C.3, E.12, 1585.

servido esta vez como elementos componentes del fundo con que se había dotado al actual asentamiento de Tula, beneficiando al caso, a múltiples familias indias y en lo posterior a uno que otro peninsular. Una cierta composición en la tenencia de la tierra asumía, por tanto una nueva etapa, y las relaciones sociales comprendidas en ella, cambiaban. Los anteriores gobernantes nativos veían con alarma que su capacidad e influencia económicas disminuían, al grado que, como lo externaba Justina Salomé limitaba sus fuentes para la entrega de tributos a que tenía obligación¹⁵. Los caciques indígenas pues, perdían presencia en el nuevo orden de la región sur del Mezquital jugando por tanto un mero papel de subordinación.

6.- Si las condiciones sociales de aquel entonces parecían adversas a los caciques o calpixques regionales, éstas no favorecían de ninguna manera a los macehuales de Tula, tampoco a los propios responsables del cabildo. Así pues para principios del siglo XVII, alcaldes y regidores solicitan al Alcalde Mayor intervenga, a fin de someter las arbitrariedades de una familia peninsular empeñada en molestar y atropellar los intereses de la comunidad¹⁶. Resulta notorio el hecho de que aquella familia Tria esté instalada en el poblado contraviniendo las disposiciones al respecto^{17,18}. El panorama agobiante que Gibson presenta respecto al desempeño de la hacienda en el Valle de México¹⁹ se reproduce de manera fiel en esta zona sur del Mezquital, mas sin el antecedente de que aquella intervenga en las iniquidades. De esta manera los equinos de los Tria penetran en los campos, causando daños considerables en los cultivos. Los dichos peninsulares envían además a sus sirvientes indígenas para que realicen estropicios en las huertas de los vecinos, robando bienes como sus gallinas.²⁰

Para entonces, y aprovechando las corrientes cercanas, los indios de Tula y Tepeji empleaban las tierras para cultivar productos agrícolas europeos y americanos como el trigo y el maíz,^{21, 22} esperando así, solucionar la demanda tributaria y de sobrevivencia.

Para el caso de Tula y Tepeji,^{23, 24, 25} los españoles dueños de ganado enfrentaban de manera abierta y descarada la autoridad de la corona, pues cabe recordar que estos pueblos y sus sujetos fungían como encomienda real²⁶. Aún cuando se sabía de la existencia de una legislación e instituciones protectoras de los derechos indios, los españoles dueños de haciendas ejercían una suerte de acciones compulsivas contra los núcleos de vecinos indios y sus gobernadores nativos. La actitud irresponsable podía deberse no a un acto irracional de mala fe, sino a una estrategia para modificar la relación existente entre gobernadores e indios tributarios, esperando, bajo estas presiones, conducir los beneficios de los macehuales hacia ellos, pugnando en realidad por la sobrevivencia de la relación patrón-servidumbre encerrada en la encomienda²⁷, aún cuando el sistema de repartimiento era moneda corriente para estas fechas²⁸, con lo cual se pretendía limitar la exclusividad en el uso de la mano de obra que tenían aquéllos.

Aún cuando la denuncia por daños contra Gaspar y Francisco Tria (padre e hijo) se hace a nombre de los vecinos; los representantes del cabildo indígena testifican a favor y principalmente por Baltasar de Magos, gobernador del poblado. De esta forma, don Baltasar prepara y documenta una extensa demanda por daños en siete fanegas de trigo, cerca de 500 litros de granos; utilizando al respecto aquellas declaraciones formales de los justicios del lugar y, bajo estas condiciones, las autoridades jurisdiccionales se ven forzadas a apelar aquellas

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ *Ibid.* C.5, E.22, 1608.

¹⁷ Florescano, Enrique, *Origen y desarrollo de los problemas agrarios de México. 1500-1821*. Secretaría de Educación Pública Sene: Lecturas Mexicanas núm. 34, p. 43, México 1986.

¹⁸ Simpson, *op. cit.*, p. 113

¹⁹ Gibson, *op. cit.*, p. 82

²⁰ AGEH, *op. cit.*, C.5, E.22, 1608.

²¹ *Ibid.*

²² *Ibid.* C.5, E.43, 1609

²³ *Ibid.*, C.5, E.22, 1608

²⁴ *Ibid.*, C.5, E.43, 1609.

²⁵ *Ibid.*, C.10, E.10, 1630.

²⁶ Gerhard, *op. cit.*, p. 341.

²⁷ Simpson, *op. cit.*, p. 123.

²⁸ *Ibid.* pp. 125-126.

leyes que castigan la presencia de ganado en los centros indígenas, amén de solicitar la indemnización correspondiente.²⁹ Se decide pues que Gaspar de Tria reponga al gobernador de Tula cuatro fanegas de trigo, (222 litros de semillas), o su valor y que su hijo Francisco entregue una, en las mismas condiciones impuestas a su progenitor, pese a confesarse inocente en el delito imputado, se recomendará evitar en lo sucesivo invadir con sus bestias los campos agrícolas.

El juez estipula el puntual cumplimiento de lo dictaminado so pena de intervenir judicialmente en su contra³⁰.

Destacable resulta en este caso la resolución o fallo de las autoridades, como también la forma en que operaban los Tria contra los vecinos de Tula, amparados por la noche, patronos y sirvientes asaltaban las casas y solares del vecindario indígena, provocando un ambiente de terror e inseguridad. Estos recorridos furtivos permitían a sus ejecutores rescatar algún pingüe botín (no precisamente un zapato), especialmente a los dueños de los equinos, quienes podían alimentar a sus bestias sin costo o esfuerzo de ningún tipo, llevándose a sus casas trigo de las sementeras a modo de forraje para los animales. Como en otros casos, los daños afectaban los recursos de tributación indígena, situación igualmente apremiante para los vecinos de Tepeji un año después³¹, cuando un crecido número de ganado vacuno perteneciente al español Alvaro de Faría, irrumpió en el poblado y sus cultivos, dañando aquí innumerables magueyes y plantas de maíz propiedad del gobernador local y cuarenta macehuales³². Este grupo de afectados calcularía sus daños basando su apreciación en un análisis de los costos vigentes por planta, contra el número de plantas afectadas³³. Esta vez, el daño a los campos agrícolas sería mayúsculo, en tanto los productos afectados oscilarían entre los sesenta (60) y los trescientos (300)

magueyes por vecino, haciendo un total de 4060 agaves comidos o pisoteados³⁴, que harían un monto de 92 pesos y 4 reales. Sin embargo, aún cuando la causa se llevó al Juzgado General de Indios en la ciudad de México, el dueño de las cabezas de ganado se serviría de algunas relaciones a modo de entorpecer la demanda en su contra, cosa dañina a los naturales, en cuanto les ocasionaba un mayor número de gastos el volver a destrabar la querrela y especialmente cuando se tenía que viajar a la capital del virreinato, pues por ciertos mecanismos extrajudiciales, la reclamación había salido de la jurisdicción de Tula y sus justicias³⁵. El fenómeno era sin duda un procedimiento habitual parecido al existente en el caso de las tierras, en donde los empleados de la corona se servían de su cargo y sus alianzas para hacerse de terrenos y empresas agrícolas³⁶. Apelando a los dichos hechos, los querrelantes logran hacer regresar el pleito a Tula, aunque sus representantes exigen, de ambas partes, una nueva ronda de testificaciones y ofrecimientos de pruebas.

Una nueva manipulación de la ley se fraguaba, esperando desgastar así, el ánimo de los afectados, pues en todo un mes de litigio, no se había logrado nada sobre la satisfacción económica solicitada

Pero no sólo este tipo de actos ilegales contra la forma de vida indígena se habían de llevar a cabo en estos dos centros de población; entre el inicio de la segunda década del siglo XVII y finales de su primera mitad, los latrocinios hispanos seguían su curso, lo mismo que las denuncias contra ellos. Para 1611 se lleva a pleito ante el Alcalde Mayor de Tula el despojo de un solar y su plantío de magueyes. Dichos agaves, señala el indígena agraviado, fueron dañados en una cantidad considerable aprovechando para sí el resto de ellos³⁷. Pero la cosa no paraba ahí, pues no contento aún Antonio Velazco con esta iniciativa, impediría a aquel

²⁹ *Ibid* p 113

³⁰ AGEH, *op. cit.*, C.5, E. 22, 1608

³¹ *Ibid*, C.5, E 43, 1609

³² *Ibid*.

³³ *Ibid*

³⁴ *Ibid*

³⁵ *Ibid*

³⁶ Florescano, *op. cit.*, p 50.

³⁷ AGEH, *op. cit.*, C 6, E.17, 1611.

infeliz el sembrado de maíz para el sustento familiar por una temporada de tres años, periodo en que ha cultivado aquél el terreno como suyo. Así en sus palabras señala: "...he venido a grande de pobreza y andar mis hijos descarriados y muertos de hambre por ocasión del dicho Antonio Velazco"³⁸ señaladas, la queja formal sigue el procedimiento de la exhibición de pruebas o testificaciones, en lo general suficientes a favor del denunciante, cuyo pedimento de justicia incluye aquí una indemnización de cincuenta pesos.

Como una especie de curva sostenida, los agravios contra los indios de Tepeji y Tula no disminuían. En estos últimos casos que habrán de consignarse, aquellos excesos estarían centrados en el uso ilícito del servicio laboral por los indios. Tenemos en este tenor, que los naturales de Tepeji, por ejemplo, eran prácticamente plagiados por los hacendados de la demarcación, a modo de incorporarles como sus trabajadores³⁹. Esto mismo sucedería en Tula aún para 1655⁴⁰, en ambos casos, las incorporaciones a las fincas agrícolas de los españoles eran generalmente violentas y contra la voluntad de las víctimas, figuran en ello las amenazas, el asalto nocturno en las casas, el sometimiento a golpes y el encierro en las instalaciones, faltando por ello a los compromisos socioculturales como lo era la asistencia a misa y celebraciones festivo-religiosas⁴¹. Para lograr sus fines, los peninsulares se servían de sus empleados y mayordomos negros⁴².

El caso de Tepeji es notorio en lo judicial, por cuanto los naturales interpelan a las autoridades jurisdiccionales por no atender hasta ese momento sus reclamos, de tal modo que la coacción directa no parece novedosa en la historia de la población⁴³. Así se habrá de recurrir a las instancias superiores de justicia de la ciudad de México.

Los plagios de mano de obra indígena, podrían sugerir una cierta escasez de la misma y que los repartimientos eran insuficientes. La hipótesis no resulta tan descabellada por cuanto los asaltos y secuestros se llevaban a efecto contra indígenas destinados a las tareas del desagüe y en el extremo de la audacia, arrebatándolos a las autoridades, esta vez, alguaciles mayores, quienes no eran respetados en su cargo porque los mayordomos tomaban su vara de mano y la rompían, retando así a toda justicia.

Tales actos compulsivos violentaban por supuesto las relaciones de poder propias del virreinato, pues la Corona podía ver lesionados sus ingresos tributarios en el momento en que se desviaba al trabajador de sus compromisos preestablecidos. La misma tendencia podía darse, esta vez, en cuanto a la iglesia se refiere, pues ésta requería de las limosnas y servicios de los naturales. También es posible señalar susceptible el hecho de que las relaciones sociales entre conquistados y conquistadores estaban cambiando. Se empezaban a dar las condiciones para que el trabajo indígena quedara libre y se encuadrara en un mercado laboral regional, aún a costa de las viejas formas de la organización del trabajo, tandas o repartimientos

Esta incipiente forma de acción capitalista no cuadraba aún en los estilos de vida indígena, primero por lo compulsivo y segundo por lo bajo en los salarios⁴⁴. Sin embargo, como es sabido, la tendencia creció en años posteriores y los indios, finalmente, se fueron incorporando a las haciendas como peones asalariados, en múltiples ocasiones por carecer de tierras o bases directas para la reproducción social⁴⁵. El fenómeno se desarrollaba además cuando existía una norma o decreto virreinal que prohibía el repartimiento forzoso, dejando en libertad a los indios para emplearse o no en las haciendas agrícolas. El Mezquital se sumaba desde muy pronto, pues, a esa gran logia de <racionalidad> en el uso del trabajo indígena, promotora

³⁸ *Ibid*

³⁹ *Ibid* C.10, E.10, 1630

⁴⁰ *Ibid*, C 16, E.17, 1655.

⁴¹ *Ibid*, C 10, E.10, 1630

⁴² *Ibid*, C 16, E 17, 1655.

⁴³ *Ibid*, C.10, E 10, 1630

⁴⁴ *Ibid*, C 16, 1655

⁴⁵ Florescano, *op cit*, pp 95, 104, 105.

sin duda de la desarticulación de la comunidad indígena y, por lo mismo, sin grandes expectativas en cuanto se le presionaba de distintas maneras: invasiones de propiedad, daños en los campos, hurtos y golpes.

En este caso, la hacienda parecía un recurso viable de sobrevivencia⁴⁶; aunque por supuesto no lo era del todo en estos momentos para los indios del Mezquital.

CONCLUSIONES

Como ha podido verse la vida indígena del Mezquital, en este caso del sur e involucrada en ella los gobernantes nativos, representantes del cabildo y vecinos o macehuales, no fue ninguna fiesta durante este periodo comprendido entre 1585 y 1655. Su condición de colonizador les exponía a una serie de exacciones económicas y modificaciones socio culturales, generalmente ilícitas, por cuanto la relación colonizador-colonizado había sido reglamentada desde tiempos tempranos en aras de un marco eficiente de explotación y dominación social de los naturales. Con estas breves notas hemos querido contribuir un poco a la historia económica colonial del Valle del Mezquital, que desgraciadamente aún está por hacerse del todo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) De la Torre Villar, Ernesto, *Época Colonial, siglos XVI y XVII, Historia documental de México*. T. I, Universidad Nacional Autónoma de México, 1984.
- (2) Archivo General del Estado de Hidalgo, (AGEH) Archivo Histórico, Fondo Tula Sección: Justicia, Caja: 3, 5, 10, 6 y 16, Expediente: 12, 22, 43, 10 y 17.
- (3) Monterrubio, Carmen, *Historia Prehispánica del Estado de Hidalgo, Una Síntesis*, Gobierno del Estado de Hidalgo/Consejo Estatal para la Cultura y las Artes, Pachuca, 1996.
- (4) Simpson, L.B., *Muchos Méxicos*, Fondo de Cultura Económica, México 1993.
- (5) Florescano, Enrique, *Origen y desarrollo de los problemas agrarios de México, 1500-1821*. Secretaría de Educación Pública Serie: Lecturas Mexicanas, núm. 34, México 1986.
- (6) Gerhard, Peter, *Geografía Histórica de la Nueva España 1519-1821*, Universidad Nacional Autónoma de México, México 1986.
- (7) Gibson, Charles, *Los Aztecas bajo el dominio español*, Siglo XXI Editores, México 1977.

⁴⁶ *ibid* pp. 106-108

VII Jornadas de Investigación. Premio Hno. Salvador González 1999.

Resúmenes de trabajos ganadores del 1er. lugar en cada categoría y área.

Trabajo ganador:

Área de Ciencias de la Salud

Categoría: Trabajos de Materia

Antiangiogenesis y Apoptosis.

Una alternativa terapéutica en el tratamiento Anti-neoplásico

López Huerta Erik Rodrigo

<erik_p53@yahoo.com>

Fac. Mexicana de Medicina. ULSA

Asesor: Dr. Miguel Ahumada Ayala

El cáncer es una entidad patológica de etiología multifactorial, que consiste en un crecimiento desproporcionado y división celular desordenada, de cualquier tejido de la economía.

Sin importar el estímulo promotor de la neoplasia, este culmina en una alteración irreparable del ADN, lo que produce la clonación y perpetuidad de la célula mutada. Esto implica que mecanismos reguladores del crecimiento celular, o bien de la apoptosis, sean alterados irreversiblemente lo que trae como consecuencia la génesis de la anaplasia.

La apoptosis o muerte celular programada, está abolida en diversos tipos de neoplasias debido a la mutación de diversos genes supresores, entre los que destaca por su gran importancia el gen p53. El sustrato nutricional de la neoplasia, proviene de los vasos sanguíneos, lo que se traduce en una vital necesidad del tumor de tener perfusión constante y efectiva. Estas son las bases del tratamiento antiangiogénico y de la inducción de apoptosis, ya que sin sustrato nutricional la neoplasia no progresa, y con la apoptosis, las células mutadas pierden esa perpetuidad que les permite dividirse indefinidamente.

Trabajo ganador:

Área de Ciencias de la Salud

Categoría: Trabajos de Tesis

Comparación del contenido de folato en sangre obtenida mediante dos diferentes métodos de muestreo

Maldonado Hernández Jorge

<erik_p53@yahoo.com>

Escuela de Ciencias Químicas. ULSA

Asesor: Q. Irene Montalvo Velarde y

Dr. Salvador Villalpando Hernández

El ácido fólico es una vitamina indispensable para evitar defectos congénitos como espina bífida o anencefalia, además de sus funciones relacionadas con enfermedades coronarias y cáncer. Para la determinación de folato en sangre, la muestra se obtiene por punción venosa, lo cual requiere de personal especializado, y la muestra obtenida debe ser transportada y almacenada en congelación. Las gotas de sangre (GS) sobre papel filtro han sido una matriz exitosa y económica para estudios epidemiológicos de hormonas, lípidos y fenil-alanina, sin embargo, hasta ahora no ha sido aplicada en estudios de deficiencia de vitaminas.

Objetivo: evaluar si el contenido de folato en sangre es igual en muestras provenientes de gotas de sangre sobre papel filtro (GS) y la tomada convencionalmente por punción venosa y punción capilar en el mismo individuo.

De los resultados que se obtuvieron, el ANOVA mostró que no hubo diferencias significativas entre SV y GSV, entre SV y GSC y entre GSV y GSC a una $p > 0.05$, se tuvo una correlación de 0.96 entre SV y GSC.

Del trabajo se concluye que no hubo diferencias en el contenido de folato entre los 3 tipos de muestras obtenidas, por lo que se puede concluir que el sistema gota de sangre sobre papel (GS) es un método confiable y exacto para la cuantificación de esta vitamina, y que puede sustituir a la toma de sangre por punción venosa.

Trabajo ganador:

Área de Ingeniería y Tecnología

Categoría: Trabajos de Materia

Estimación del precio de un Título Opcional mediante una Red Neuronal Artificial

Ávila Álvarez Miguel Ángel

<maavila@ghelios.1ci.ulsal.mx>,

González Yunes Adolfo.

Esc. de Ingeniería, ULSA.

Asesor: Dr. Eduardo Gómez Ramírez

Títulos Opcionales (TO's) es la denominación que las autoridades del Mercado Mexicano de Valores le dieron a los instrumentos que internacionalmente se denominan "Warrants". Uno de los modelos más utilizados para la evaluación de estos instrumentos es el propuesto por Black & Scholes, el cual es utilizado en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) para el cálculo del precio teórico de los TO's.

En este trabajo se presenta el diseño de un modelo de Red Neuronal Artificial (RNA) para estimar el precio de cierre de un Título Opcional (TO). Para demostrar la potencialidad de estimación de la RNA se realizan análisis de regresión y de varianza, por un lado entre los precios de cierre y la estimación del modelo de Black & Scholes, y por otro lado entre los precios de cierre y la estimación hecha por la RNA.

Trabajo ganador:

Área de Ingeniería y Tecnología

Categoría: Trabajos de Tesis

Integración de un proceso de gasificación para el tratamiento de residuos pesados de coquización

De la torre Sánchez Rocio G.

<iqrociot@yahoo.com>

Esc. de Ciencias Químicas, ULSA.

Asesor: Dr. Daniel Salazar Sotelo

La creciente demanda de combustibles en el mundo ha originado que las reservas de crudos ligeros y medianos sea cada vez menor; por lo que los crudos que se utilizan son cada vez más pesados; es decir, tienen mayor contenido de azufre y metales. Además de que los residuos que se generan por su tratamiento también son pesados, y por lo tanto difíciles de tratar.

Es por esto, que se ha requerido la inclusión de unidades de tratamiento que permitan

aumentar la conversión del crudo en combustibles, de manera que se mejore la calidad, y que los residuos obtenidos sean menores.

Entre estas unidades se encuentran las unidades de hidrotreatmento; las cuales requieren de una gran cantidad de hidrógeno, que sustituya a los heteroátomos de los hidrocarburos, y las unidades de coquización que procesan al residuo de vacío para obtener nafta y diesel, pero que generan una gran cantidad de residuos como el coque. El hidrógeno requerido por el hidrotreatmento se obtiene principalmente por reformación de naftas, reformación de gas natural y generación de gas de síntesis.

Además del problema que presenta la generación de residuos como el coque, por los procesos de transformación del crudo; se tiene también la contaminación ocasionada por la obtención de los servicios requeridos por las refinerías como son hidrógeno, vapor de alta y media presión y energía eléctrica.

Normalmente para obtener estos servicios se utilizan procesos de combustión, los cuales generan CO₂, el cual es uno de los principales contaminantes atmosféricos. Con lo anterior se puede ver, que es necesario contar con un proceso que permita obtener dichos servicios de una manera "limpia". Esto puede ser el proceso de gasificación de residuos, que produce gas de síntesis, por medio de la reacción de oxidación parcial de hidrocarburos. Este gas puede ser la materia prima para diversos productos como oxoquímicos, metanol, urea e hidrógeno. Además, al acoplar al proceso de gasificación con un ciclo de cogeneración, es posible obtener el vapor y la energía eléctrica requeridos por la refinería.

El proceso de gasificación entonces, no sólo permite satisfacer los requerimientos de la refinería, sino que además va a lograr la eliminación de los residuos sólidos como el coque, al utilizarlo como materia prima.

El proceso de gasificación es un proceso "limpio", al reducir las emisiones de azufre en un 99% y el CO₂ en un 80%; además de no generar residuos; ya que, los metales y las cenizas contenidas en la alimentación, son recuperadas en forma de una escoria vítrea, no

contaminante, la cual puede ser vendida a la industria de la construcción, o se puede lograr la recuperación de los metales existentes, Níquel y Vanadio principalmente, obteniendo un valor agregado en el proceso.

La gasificación ha sido utilizada desde 1950, en aproximadamente 22 países, y actualmente se cuenta con 113 unidades en el mundo.

El proceso además de ofrecer grandes ventajas ambientales y ser muy flexible al procesar diversos tipos de cargas, y presentar diversas configuraciones (tipo de enfriamiento y procesamiento de la alimentación), es atractivo económicamente; ya que presenta una TIR de 24% y un PRI de aproximadamente 6 años.

Trabajo ganador

Escuela Preparatoria

Cómo afectan las pilas desechables al crecimiento de las plantas

Dodero Sisó Alexandre, Popoca Bolio Miguel

A., Peña Jiménez Alvaró,

Sánchez Zamora Ricardo.

Esc. Preparatoria, ULSA.

Asesor: Mtro. Julián Nader García

En este trabajo intentamos demostrar qué tanto influyen los componentes de las pilas desechables disueltos en diferentes concentraciones de agua, en el crecimiento de algunas plantas como el frijol (*Phaseolus vulgaris*) y el maíz (*Zea mays*).

El proyecto se dividió en dos partes (prueba de germinación y prueba de crecimiento), en la prueba de germinación se utilizaron vasos de polietileno con un sustrato llamado Agricolita, poniendo diez semillas por vaso, separando las semillas de maíz y frijol. Se pusieron ocho lotes de cinco vasos cada uno y el lote testigo de diez vasos respectivamente. Se regaron cada tercer día durante dos semanas con su respectiva solución, previamente preparada (se partieron las pilas a la mitad y se pusieron cierto número de pilas según la concentración en medio litro de agua), realizando las mediciones correspondientes cada tercer día durante un mes.

Prueba de crecimiento: se sembraron en 10 macetas (con tierra y sustrato) diez semillas. También divididos por concentración de solución de pilas y sus semillas correspondientes incluyendo sus testigos. Se esperó durante un

mes y medio a que alcanzaran el grado de desarrollo deseado, para posteriormente empezar a regar las plantas con su respectiva solución.

En la prueba de germinación se observó en los primeros nueve días un crecimiento acelerado, sobretodo en las semillas de maíz regadas con las pilas Energizer en comparación a los testigos debido a los sulfuros contenidos en las pilas, que sirven como fertilizantes. En los frijoles regados con las pilas Duracel, en los primeros días, se dio un cambio en la coloración de las semillas, produciendo después un olor picante (diferente al de los frijoles podridos) y ningún registro de crecimiento. En el caso del maíz se observó durante los primeros días, un ligero crecimiento y poco a poco comenzaron a secarse las plantas, adquiriendo un color rojizo.

La prueba de crecimiento hasta la fecha no ha sido terminada, por lo cual no tenemos resultados precisos hasta el momento.

Trabajo ganador:

Área de Educación y Humanidades

Categoría: Trabajos de Materia

Proyecto de planeación educativa "INDDI"

Mancilla Alonso Mariana, Méndez Otero Alejandra, Rella Flores Paola,

Godínez Pagaza Elvira.

Esc. Ciencias de la Educación, ULSA.

Asesor: Mtra. Ma. Bertha Fortoul Ollivier

La falta de investigación desarrollada en México, nos ha llevado a importar modelos extranjeros que no corresponden a las necesidades económicas, políticas, sociales, industriales, culturales, es decir nacionales. Así hemos escogido la falta de apoyo a la investigación como un problema que requiere de especial atención.

La investigación es un elemento indispensable para que un país sea autosuficiente. Una nación sin un adecuado desarrollo de la investigación, está condenada al rezago integral y a depender de otros países en el desarrollo técnico y humanístico.

En México la falta de apoyo económico, la ineficiente normalidad, la ausencia de un reconocimiento a la investigación y la concentración de la población en sectores muy definidos de la educación, han provocado que muy poca gente se dedique a ella y por otro

lado que se busque apoyo en el extranjero, lo que se conoce como "fuga de cerebros". Aunado a esto tenemos que su desarrollo dentro del país rara vez es interdisciplinario, por la falta de una cultura de investigación y sectorización del pensamiento.

Es urgente crear un órgano descentralizado que promueva, desarrolle y apoye la investigación en todos sus niveles y áreas en el sistema público de educación superior debido a que es de ahí donde surgen las mayores necesidades educativas ya que el sistema privado de educación superior cuenta con sus propios recursos y alternativas.

La propuesta de trabajo cuenta con un objetivo de misión: En el año 2005 entrará en función el Instituto Nacional Descentralizado de Investigación (INDDI) de la SEP y la UNAM cuya función será la de darle prioridad a la investigación dentro del sistema de educación superior a través de brindar apoyo, asesoría, intercambio de información y difusión en las distintas universidades públicas en todo el territorio nacional y para el año 2020 todas las universidades e instituciones públicas de educación superior deberán contar con un departamento o área de investigación afiliada al INDDI.

Se plantean metas que el INDDI deberá cubrir en ese lapso de tiempo así como estrategias relacionadas a cada meta.

A su vez se establecen criterios de evaluación de acuerdo a las metas planteadas, organigramas de funcionamiento institucional con sus respectivas atribuciones así como los recursos humanos y materiales establecidos de acuerdo a un presupuesto de gasto proyectado a un año.

Trabajo ganador

Área de Educación y Humanidades

Categoría: Trabajos de Tesis

Estrategias que el maestro de Educación Primaria emplea para integrar al niño con problemas de aislamiento en sexto grado

Vega Zapata Karla Erica

Esc. Ciencias de la Educación, ULSA.

Asesor: Lic. Jorge Núñez Fernández

En esta investigación se presentó uno de los problemas a los que se enfrenta un profesor de Educación Primaria, dentro de su salón de clases, como es el caso del aislamiento. Este estudio se dividió en dos partes importantes:

una parte teórica, en la que se plantea la necesidad humana de interactuar, que debe desarrollarse en la familia y en la escuela primaria, y los diversos factores que alteran este proceso de socialización, generando conductas anormales como el aislamiento. En la segunda parte, se realizó un diagnóstico a través de un estudio de campo, en el que se buscó definir la postura del maestro cuando enfrenta esta problemática. De esta manera se presentó una panorámica de lo que pasa en ciertas escuelas primarias. La tesis presentada no ofrece una propuesta de solución, simplemente describe la realidad y busca la creación de una conciencia, en cuanto a la importancia que tiene el papel del maestro frente al desarrollo y formación social, intelectual, moral del individuo.

Algunas de las conclusiones a las que se llegaron fueron:

- El aislamiento es un problema real, que muchas veces suele pasar desapercibido o disminuido.
- La estrategia que mayormente emplean los docentes con la finalidad de solucionar este problema, es favorecer el trabajo en equipo dentro del salón de clases.
- La escuela primaria es y seguirá siendo uno de los ambientes socializantes por excelencia.
- Existen características presentes en un alumno, que pueden evidenciar problemas conductuales como el aislamiento, y que el maestro debe detectar y canalizar.
- Para los maestros de primaria existen dos factores básicos que favorecen el que un individuo se aisle y éstos son: sentimiento de inferioridad y baja tolerancia a la frustración.

Trabajo ganador.

Área de Ciencias Naturales y Exactas

Categoría: Trabajos de Tesis

Estudio de las propiedades electroquímicas y espectroscópicas de anilino-perezona, anilino-o-metil-perezona y anilino-naftoquinonas

Marín del Alizal Quintero Thelma I.,

Tovar Velasco Eduardo .

Esc. de Ciencias Químicas, ULSA.

Asesor: Dr. Gabriel Cuevas González.

<gecgb@servidor.unam.mx>

Los sistemas quinoídes son el segundo tipo de compuestos utilizados como fármacos anti-

cancerígenos además de intervenir en diferentes procesos metabólicos. Su actividad biológica depende de su capacidad de experimentar reacciones redox. La perezona [2-(1,5-dimetil-4-hexenil)-3-hidroxi-5-metil-1,4-benzoquinona], es una quinona sesquiterpénica natural de origen mexicano proveniente del extracto de las raíces de la planta conocida como pipitzahuac, dicho extracto (anteriormente conocido como ácido pipizahoico) se puede aislar con relativa facilidad de la *Perezia cuernavacana* con propiedades medicinales como laxante, antiparasitaria, cardioprotector, al influir en el mecanismo de intercambio de calcio +2 en el músculo cardíaco; y regula los niveles de glucosa en sangre.

En el presente trabajo se sintetizaron 8 derivados de la metil-anilino -perezona y 10 de la anilino-perezona, con diferentes grupos electrodonadores y electroattractores en las posiciones para del anillo de la anilina, llevándose a cabo: a) el estudio espectroscópico completo de los derivados de la perezona, b) la comparación del comportamiento electroquímico de las anilino-perezonas con los compuestos metilados, y c) cálculos a primeros principios (ab initio) de las naftil-anilinas neutras y los radicales anión de las mismas, generados por la adición de un electrón con la finalidad de simular su comportamiento químico en el marco de la Teoría de Funcionales de la Densidad a niveles B3LYP/6-31G (d,p) y B3LYP/6-31++G (d,p); determinando así el efecto de los sustituyentes en las propiedades electrónicas.

Trabajo ganador

Área de Ciencias Sociales y

Administrativas

Categoría: Trabajo de Materia

Deficiencias en Centros de Readaptación social

Appendini García Justo, Blanco Lecumberri

José Miguel, Romano Esqueda Alejandro,

Hernández García Christian, Torres Lecuona

Tania.

Fac. de Derecho, ULSA.

Asesor: Mtra. Rosalinda Mitre Ayala

En el contenido de este trabajo se mostrará cuáles son las deficiencias de los Centros de Readaptación Social de algunos pueblos del estado de Puebla, así como la deficiente apli-

cación de la ley de ejecución de sanciones privativas de la libertad y del reglamento interior para los establecimientos de Reclusión en el estado. Así mismo se darán propuestas de soluciones a corto, mediano y largo plazo.

Trabajo ganador

Área de Ciencias Sociales y

Administrativas

Categoría: Trabajo de Tesis

La Identidad Cultural en México y su

desarrollo dentro de la Educación Cívica en la

Escuela Primaria: Una Investigación Antropológica

Uriza Jasso Myrna

Esc. de Ciencias de la Educación, ULSA.

Asesor: Mtra. Ma. Bertha Fortoul Ollivier

La Antropología es el estudio de la humanidad y de los diferentes estilos de vida; su objeto principal de estudio es el hombre en su totalidad por lo que el campo de estudio es amplio y complejo; sin embargo, lo referente al estudio de la educación y la cultura compete al docente ya que le sirve para conocer y transmitir a los alumnos su devenir histórico. En la investigación se logró analizar y descubrir uno de los fundamentos, en este caso antropológico, del plan y programa de estudio de la educación cívica en la escuela primaria a partir del estudio de la corriente de la antropología cultural; se logró establecer un marco referente al análisis de las finalidades de la educación cívica basándonos principalmente en el plan y programas de Educación Cívica en la escuela primaria, logrando resaltar desde la óptica antropológica, su apertura en cuanto al fomento de la identidad cultural para que las personas aprendan a vivir en plenitud, la educación, por su propia naturaleza es motivo de esperanza, nos permite utilizar lo mejor de ella, es por ello que se vuelve indispensable la necesidad del estudio de la cultura global ya que cuando las sociedades y las personas tienen horizontes de vida reducidos, a poco aspiran y poco alcanzan, es necesario que el docente de educación primaria conozca los fundamentos que sustentan el plan y programas de estudio de la Educación Cívica ya que en el caso de la perspectiva de la Antropología cultural analizada en la presente investigación, se marcan orientaciones claras acerca de la enseñanza de dicha materia dirigida al fomento de la identidad cultural de los educandos.



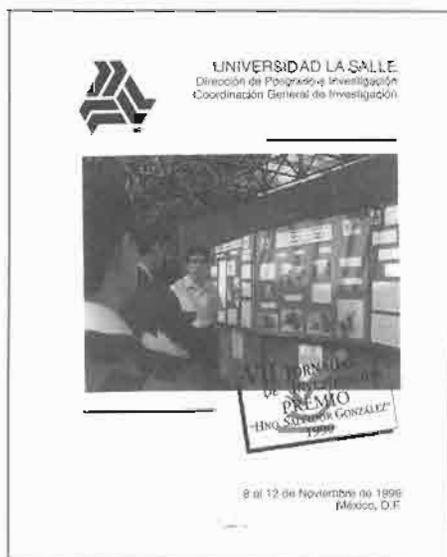
Premio
Hno. Salvador González

2000

Concurso de Investigación que tiene la finalidad de estimular a los estudiantes en el desarrollo de proyectos de investigación científica, tecnológica y humanística original, en las diversas áreas del conocimiento que se cultivan en la Universidad La Salle.

A celebrarse del 13 al 17 de noviembre de 2000

Visita nuestra página WEB
<http://www.ulsal.edu.mx/~cgi/eventos/jornadas>



Disponibles las memorias de las Jornadas de 1999.

Vascos, agricultura y empresa en México.

Rafael Arocena:

La siembra comenzó en la Laguna.

México: Universidad Iberoamericana/ Fundación E. Arocena/ Miguel Ángel Porrúa. 1999, 254 p., ils, fots., maps.

Dentro de las más recientes investigaciones que se llevaron a cabo en el plantel Laguna de la Universidad Iberoamericana, se publicó el texto: *Vascos, agricultura y empresa en México*. Rafael Arocena: *La siembra comenzó en la Laguna*. Gracias a la conjunción de esfuerzos salió a la luz como un proyecto de rescate dentro del Archivo Papeles de Familia. El trabajo realizado fue una labor de equipo, cuidado y supervisado, no sólo por la coordinadora del proyecto y el coordinador de investigación, sino por el Ingeniero Eneko Belausteguigoitia, de la Fundación E. Arocena, quien personalmente revisó y cuidó el contenido y la edición del libro.

El libro consta de una presentación de Eneko Belausteguigoitia, quien dice: "Este libro es sólo una parte de la historia de cuatro generaciones dedicadas a crear y distribuir riqueza con trabajo, dedicación, esfuerzo y constancia" p. 7; un prólogo de J. Ignacio Tellechea Idígoras, que aborda el tema de los vascos en América, la influencia de éstos y su trascendencia en el Nuevo Mundo.

El texto se remonta desde los orígenes del patriarca de esta historia: Rafael Arocena, quien es rastreado hasta sus más antiguos choznos en España. Nos narra también un panorama de lo que sería la región de Vizcaya, España, su ámbito geográfico, sus costumbres etc. hasta su llegada a México, y las circunstancias en que se desarrolla. Por otra parte el matrimonio de don Rafael Arocena con Ambrosia Ávila, con quien se liga a México a través de la única hija que tienen: Zenaida.

La siguiente generación es la de Zenaida quien se casa con un primo: Francisco de Paula

Arocena, y con quien procrea dos hijas: Elvira y Rafaela. Muere Zenaida en plena juventud, dejando a su marido con dos pequeñas a quienes criar. Francisco envía a las hijas a España para que se educaran en el lar paterno. Mientras en México el viudo hace hasta lo imposible para salvar las propiedades familiares del caos de la revolución de 1910. Don Rafael Arocena se refugia en Nueva York y junto con John Brittingham se ampara en la creación una compañía extranjera de sociedad anónima que salvaría, durante algún tiempo, que las propiedades cayeran en manos de los alzados. Sin embargo, en 1918, un halo de mala suerte cae a la familia Arocena: muere Francisco Arocena, dejando no sólo el problema de los negocios de su suegro, sino algo más grave: dos hijas huérfanas en España.

En capítulo aparte se nos narra la industrialización de la zona lagunera, el impulso recibido no sólo por don Juan Brittingham con la jabonera, sino por parte de un grupo muy nutrido de españoles que fueron a asentar sus bártulos en el área, y gracias a quienes, el desarrollo industrial, agrícola y ganadero se fue para arriba. "La Laguna fue un escenario especialmente fructífero para la inmigración española que arribó antes de la Revolución" p.92. El desarrollo industrial se va a ver diversificado no sólo en la siembra del algodón, sino en la creación y participación de varias nuevas industrias y bancos en la región, en donde confluían no sólo capitales laguneros, sino neoleoneseos, coahuiltecos y extranjeros. Sin embargo, "el explícito apoyo que los grandes propietarios y empresarios de origen hispano habían brindado a Porfirio Díaz, su desalentador comportamiento con el presidente Francisco I. Madero y, en particular, el abierto e imprudente respaldo otorgado al

general Victoriano Huerta los metió en una auténtica encrucijada." p. 109. Ello hace concluir a autores como Óscar Flores, que fue la única colonia extranjera identificada con la contrarrevolución. Prueba de ello fue la actitud de Villa contra los peninsulares durante la toma de Torreón. En el año de 1919 murió don Rafael en Nueva York, quedando como herederas únicas Elvira y Rafaela Arocena. Durante los años 20 las propiedades de las niñas Arocena quedan en manos de administradores, que mal que bien rinden sus informes y ganancias, sin embargo, los cambios que se suscitarían tanto en México como en España harían que las herederas de don Rafael mudaran sus vidas a este país.

Los años treinta se presentan bastante difíciles para las hermanas Arocena. Para entonces ambas habían contraído matrimonio, doña Elvira con el Dr. Francisco Belausteguigoitia y doña Rafaela con Enrique Zunzunegui y Moreno. A principios de la década de los treinta la familia Belausteguigoitia Arocena se traslada a la Laguna debido a la mala administración llevada en los ranchos de Santa Teresa, Lequeitio y la Coruña. El enfrentamiento a un México tan distinto a España, y a una región tan inhóspita como la Laguna no fue un paso fácil de llevar. En México el gobierno del Gral. Lázaro Cárdenas estaba impulsando la repartición agraria y en la zona Lagunera se apoyaba esta política. Lo inevitable sucedió, tras una ardua lucha por defender las tierras, a fin de cuentas acabaron perdiéndolas. Aunada a esta situación, contra la que, por tratarse del gobierno, no había vuelta de hoja. Mientras en España la situación política se tornaba cada vez más violenta, así el patrimonio familiar se veía, tanto en México como en la Península, en una situación muy crítica. A la caída de la República española, comenzó la diáspora de refugiados a los que tanto doña Elvira como don Francisco

ayudaron sin detenerse a ver la filiación política a la que pertenecían. "No todos son baskos de apellido, ni de nuestras ideas, pero se socorre a todos". p. 187 –cita doña Elvira en su diario-

En tanto a don Francisco lo nombran representante del gobierno vasco en México, lo que le trajo en España una serie de problemas al resto de la familia Belausteguigoitia. Sin embargo, a pesar de los tiempos difíciles la mentalidad empresarial de don Paco, hace que se abran fuentes de trabajo y nuevas fábricas, ayudando no sólo a los inmigrados sino también a la economía mexicana.

La labor empresarial ampliamente explicitada nos muestra, en este libro, la tenacidad y el espíritu emprendedor de una familia que desarrolló fuentes de trabajo e impulsó al México industrial de los años cincuenta. Con el tiempo los herederos de estas industrias serían los varones de la familia: Ìker y Eneko, quienes, no sólo siguieron adelante con lo que heredaron, sino que crearon otras más.

Un capítulo muy especial es el Diario de doña Elvira, el que atinadamente se insertó en el texto, dejando su propia voz a los protagonistas y haciéndonos ver el sentir personal de ellos.

La relevancia de investigaciones como éstas no sólo nos enriquece en el aspecto de la microhistoria, sino que deja un testimonio familiar cuyo impacto se refleja, además de la historia regional de la Laguna, en la historia económica nacional. Gracias a trabajos de este tipo llegamos a entender y ampliar el horizonte histórico sobre el devenir desconocido de familias que, a fin de cuentas, son las forjadoras de un país, y de la trascendencia de éstas deriva la historia patria.

Francisco Durán

Jesús Avelino de la Pienda, El problema de la religión.

Editorial Síntesis (Colección Hermeneía), Madrid, 1998.

Desde hace algunos años, las investigaciones del Dr. Jesús Avelino de la Pienda (Catedrático de Filosofía de la Educación en la Universidad de Oviedo, España) se ocupan de la construcción de un marco filosófico que haga posible, y exigible, el diálogo entre las religiones. El objetivo de su trabajo es eminentemente práctico: mostrar que una educación para la convivencia interreligiosa, lejos de ser una afrenta a la majestad divina, constituye un reconocimiento activo y un homenaje al Ser infinito; mostrar, con palabras del Dalai Lama, que "si una flor es algo bello, un ramo es más bello aún". Sólo aceptándose gustosamente como partes del ramo, piensa el Profesor de la Pienda, podrán las religiones superar una historia anterior marcada mucho más por la violencia y la sangre que por la alegría.

Para dejar en claro que propósitos tan loables exigen una razón afilada, además de buenas intenciones, el estudio que comentamos se preocupa primero de probar la necesidad lógica del monoteísmo –o monoontismo– a nivel trascendental. En la apertura misma del hombre hacia el ser en general, dice el autor, aparece coimplicada la apertura hacia un Ser absoluto o Fundamento último cuya posibilidad no puede ser lógicamente separada de su realidad. Ese Ser absoluto o Fundamento último que porque puede, tiene que ser, se presenta como único y al mismo tiempo como inconcebible: "una concienticidad inobjetiva y matemática, incapaz por sí sola de evolucionar hacia un saber objetivo conceptual" (p. 106).

Se trata de una revelación trascendental del Ser Absoluto, una revelación aconceptual y

acategorial que se traduce en el nivel categorial en una pluralidad de concepciones de lo Divino, un politeísmo: esfuerzos humanos igualmente legítimos e igualmente limitados por dar nombre y concebir lo Infinito. Para el autor, esta multiplicidad a nivel categorial es un hecho tan incontable como la necesidad lógica del monoteísmo en el nivel trascendental, puesto que obedece a la variedad material en la que los diversos seres humanos desarrollan su vida; es un hecho valioso, además, dado que indica la riqueza ontológica de la religiosidad humana. Conforme con estas ideas, sostiene que hablar de una "religión verdadera" –con un valor absolutamente universal– carece de justificación filosófica. Las religiones son verdaderas para una época, una cultura o un lugar, pero ninguna puede asumir la condición de único testimonio de la revelación de Dios, del "Desconocido libre": porque teológicamente implicaría un desprecio de esa libertad que se dice adorar y porque humanamente implicaría un desprecio por otras formas, culturalmente marcadas, de concebir al Inconcebible.

La advertencia de Jesús Avelino de la Pienda tiene como blanco privilegiado las religiones abrahámicas –judaísmo, cristianismo, islamismo– por ser éstas las más agresivas tanto en el plano conceptual como en el plano histórico, empírico. A estas conceptualizaciones de lo Divino –tan proclives a enredarse en la lógica de la violencia– les recuerda que son hijas de un ahora y un aquí, y que morirán como otras religiones han muerto en el pasado. Les recuerda también que son un medio para acercarse a Dios y que no agotan las posibilidades de materialización de la religiosidad. Les recuerda por último –*corruptio optimi pessima*– que si no logran un ámbito de encuentro, si continúan considerándose cada una dueña absoluta de la Palabra divina y obligada por ello a combatir los falsos mensajes, corren el riesgo de transformarse en obstáculo para la expresión del deseo de Dios que define a los seres humanos. Un libro audaz y saludable.

Fernando Bahr
e-mail: <fbarh@arnet.com.ar>

DIRECTORIO ULSA

RECTOR

Mtro. Raúl Valadez García

VICERRECTOR ACADÉMICO

Ing. Edmundo Barrera Monsivais

VICERRECTOR DE FORMACIÓN

Lic. Martín Rocha Pedrajo

DIRECTORA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mtra. Ma. Elena Escalera Jiménez

COORDINADORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Mtra. Esther Vargas Medina

JEFE DEL ÁREA DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES

Mtra. Ma. Bertha Fortoul Ollivier

JEFE DEL ÁREA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dr. Eduardo Gómez Ramírez

JEFE DEL ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

M. en C. Hugo González Hernández

JEFE DEL ÁREA DE CIENCIAS DE LA SALUD

Q.F.B. José Antonio García Macías

INVESTIGADORES

Anna Paola Bellucci Sánchez
Dr. Ohannes Bulbulián Garabedian
Lic. Ma. del Consuelo Carranza y Simón
Mtro. Francisco Durán y Martínez
M. en C. Mario Farias Elinos
I.Q. Ma. Concepción Fortes Rivas
Mtra. Ma. Bertha Fortoul Ollivier
Q.F.B. José A. García Macías
Mtra. Alma R. Hernández Mondragón
Dr. Eduardo Gómez Ramírez
M. en C. Hugo González Hernández
M. en C. Alejandro Flores Méndez
Dr. Evgeni Ambartsumov
Mtro. Rafael Ruiz Ramírez

Lic. Guillermina Dacal Alonso
Alberto Lima Sánchez
Q. Irene Montalvo Velarde
Dr. Francisco Pellicer Graham
Dra. Miriam Ponce Meza
M. en C. Marco A. Moreno
Dr. Adrian Rondán Zárate
Dr. Daniel Salazar Sotelo
Lic. Rebeca Schwartzman Kaplan
Q.F.B. Guadalupe Solís Chavarín
I.Q. Julio Torres Díaz
M.I. Fernando Vera Badillo
M. en C. Miguel Hernández Infante
M. en C. Judith del Carmen Pacheco Yépez

Revista del Centro de Investigación
Suscripciones

<input type="checkbox"/> Suscripción	<input type="checkbox"/> Adquisición de números anteriores	
Nombre/Name		
Domicilio/Address		
Ciudad/City		
País/Country	Teléfono/Telephone	Código Postal/Zip Code
Ocupación/Occupation	Fecha/Date	Firma/Signature
Fax	E-mail	

Números anteriores disponibles:			
Volumen I	Volumen II	Volumen III	Volumen IV
Núms. 1 y 3 \$ 10	Núms. 5 \$35	Núms. 9, 10, \$ 50	Núms. 13-14 (doble) \$ 90
Núm. 4 \$ 35	Núms. 6, 7 y 8 \$50	11 y 12	

SUSCRIPCIÓN ACTUAL

Precio de Venta:	Precio en M.N.	Precio en Dlls.
Revista Semestral (1 número)	\$90.00	15 USD
Suscripción Anual (2 números)	\$ 180.00	24 USD
Suscripción por Volumen (4 números)	\$ 360.00	40 USD
Forma de Pago:		
a) En efectivo. En caja ULSA con cargo a la clave C5001 Revista de Investigación .		
b) Por depósito bancario y envío de la ficha vía FAX a los teléfonos: 5272-9151 y 5515-7631		
	Cuenta en M.N.	Cuenta en Dlls.
Banco	Banamex	Banamex
Número de Sucursal	0141	0141
Número de Cuenta	0692097	9085533

Para adquisición de números anteriores, indique cuales desea: _____

Pegue aquí su ficha de depósito y envíe por FAX a los 2 números solicitados

OBJETIVO DE LA REVISTA

El objetivo de la Revista del Centro de Investigación Universidad La Salle, es el de informar, divulgar y difundir el quehacer académico, científico y humanístico realizado en la comunidad académica de la Universidad La Salle. Pueden colaborar los miembros de la comunidad universitaria, así como aquellos que, sin pertenecer a la institución, quieran utilizar este medio para divulgar sus investigaciones.

REQUISITOS EDITORIALES

- Los artículos deberán ser originales e inéditos.
- Todo artículo que se presente será sujeto a un dictamen por un comité de arbitraje.
- Para efectos de dictaminación se conservará en absoluto anonimato a los autores y árbitros.
- Los editores de la revista se reservan el derecho de hacer las modificaciones de estilo que se juzguen necesarias previo consentimiento del autor.

EXTENSIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES

Artículos de investigación: 6 cuartillas mínimo y 15 máximo
Ensayos: 2 cuartillas mínimo y 15 máximo
Revisiones y tesis: 2 cuartillas
Avances de investigación: 2 cuartillas
Reseñas de libros: 2 cuartillas.

PRESENTACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Los artículos se entregaran impresos junto con el archivo correspondiente, en letra Arial de 10 puntos en formato de Word, WordPerfect, Page Maker o QuarkXpress (plataforma PC o Macintosh) y podrán ser enviados en disquete de 3 1/2 o bien a través de correo electrónico a <revista@ci.ulsal.mx.>

Los trabajos deberán venir, en hoja aparte, con el nombre del autor, título del trabajo y descripción.

Los trabajos deberán traer resumen en español y traducción al inglés. Desarrollo (Introducción, materiales y métodos, resultados, discusión y conclusiones). Referencias numeradas por orden de aparición o notas y bibliografía. La presentación se entregará en doble columna con una separación entre ellas de 1.5 cm y márgenes de 2.5 cm. En el caso de Figuras se señalarán mediante una anotación en la parte inferior de la misma en itálicas. Y en el caso de Tablas se señalarán mediante una anotación en la parte superior de la misma en itálicas.

Respecto a las imágenes que se necesiten, deberán utilizar algún formato que sea editable dentro de Windows o Macintosh. Archivos creados en WinWord, Excel, Photoshop, Illustrator, Free Hand, convertidos o salvados formato tiff o pict. El color de las imágenes puede ser en blanco y negro o azul reflex.

Los autores deberán incluir un resumen curricular de aproximadamente 5 renglones, que contenga estudios que se tienen y en donde se realizaron, obras y trabajos publicados, actividades relevantes, logros sobresalientes y cargos desempeñados.

REFERENCIAS

Para las referencias se utilizará el sistema numérico.
Para la anotación de las referencias se utilizará el siguiente formato

Revistas

Número de referencia. Apellido, iniciales del nombre(s) de cada autor, no más de 3. En caso de que pase este número de autores se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará et al., título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen(vol.), número (núm.), página(s) (p. o pp.), año (completo). Separar con comas cada categoría.

- Ejemplo:
- (1) Pérez, J. L., "La cibernética moderna", *Física*, México, vol. XXIV, pp. 34-37, 1997.
 - (2) López, J.P., Sánchez, A., Ibarquengoita, E., "El microchip", *Cibemática actual* México, vol. IV, núm. 25, p. 67, 1997.

Libros

Número de referencia. Apellido, iniciales del nombre(s) de cada autor, no más de 3. En caso de que pase este número de autores se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará et al., Título del libro en itálicas, volumen (vol.) -en caso de haberlo-, edición o reimpression, lugar, editorial, página(s) (p. o pp.) año (completo). Separar con comas cada categoría.

Ejemplo:

- (1) Alcocer, A., *De química y otras ciencias*, 4a.ed., Barcelona, Editorial Tecnos, pp. 57-78, 1996.

En caso de citar al mismo autor inmediatamente se empleará: *Ibidem* o *Ibid.*

Ejemplo: *Ibidem*, p. 58.
Ibid., p. 59.

En caso de citar subsecuentemente la misma obra pero no inmediatamente sino después de otras obras, se escribirá así: el primer apellido del autor, *op. cit.*, página(s).

Ejemplo: Alcocer, *op.cit.*, p.60.

NOTAS

Para los artículos que lleven notas, éstas deberán incluirse al final del artículo.

Revistas

Las notas deberán incluir: Autor con apellido(s) y nombre(s), título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.), página(s) (p. o pp.) y año (completo).

Libros

Número de referencia. Apellido, iniciales del nombre(s) de cada autor, no más de 3. En caso de que pase este número de autores se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará et al., Título del libro en itálicas, volumen (vol.) -en caso de haberlo-, edición o reimpression, lugar, editorial, página(s) (p. o pp.) año (completo). Separar con comas cada categoría.

Documentos

Para la acotación de archivos se deberán incluir los siguientes datos: Archivo, expediente, carpeta y fojas, año (completo).

FUENTES ELECTRÓNICAS

En el caso de utilizar fuentes electrónicas se debe cuidar en forma estricta la veracidad y confiabilidad de la misma, así como que tenga el respaldo auditado de instituciones o autores de prestigio. Y se aconseja evitar el abuso de estas citas.

Al citar un documento que se encuentre en Internet se debe incluir Autor, título del documento, fecha de creación, o de última revisión, dirección electrónica subrayada, fecha de consulta. Se debe especificar que se obtuvo en línea (se pone entre corchetes [En Línea]) y la dirección electrónica así como la fecha en que se obtuvo el documento. Sigase la siguiente estructura:

Autor, título del documento, fecha de creación o de última revisión. [En línea] Disponible [http:// dirección/nombre del archivo_fecha de obtención del documento](http://dirección/nombre del archivo_fecha de obtención del documento)

Ejemplo:

- (1) Rodríguez, David. Cómo se originan algunas enfermedades. Octubre de 1997. [En línea] Disponible <http://www.majn.conacyt.mx/dcccl/como.html>; 22 de febrero de 1998

ó

- (1) Dávila, Alma. Una clase de Física Elemental [En línea] Disponible: <http://www.nalejandria.com/00/estudio/clase1/index.htm>; 2 de mayo de 1998.

En el caso de las direcciones para enviar correo electrónico, éstas se anotarán entre corchetes, de la siguiente manera:

<revista@ci.ulsal.mx>

ECUACIONES Y REFERENCIAS

Para la inserción de ecuaciones y referencias se debe poner entre paréntesis el número de ecuación agregando la abreviatura Ec.

Ejemplos

1 - Ecuaciones

... considere un sistema descrito por

$$c = f(x,t, m), \quad (Ec.1)$$

donde x e m es el estado...utilizando la Ec. 1

2 - Referencias

...sin embargo, existen algunas técnicas desarrolladas en (Ec. 1) para la reconstrucción de atractores ..

BIBLIOGRAFÍA

Al final del artículo se agregará, si se considerara pertinente o necesaria, una bibliografía alfabética que sirva de soporte al artículo. En la Bibliografía se deberá incluir los siguientes datos:

Revistas

Autor(es), título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.), país, página(s) (p. o pp.) y año (completo).

Libros

Autor(es), título del libro en itálicas, volumen (vol.), edición, lugar, editorial, página(s) (p. o pp.) y año (completo).

REPORTES DE AVANCES DE INVESTIGACIÓN

Los reportes de avances de investigación deberán cubrir los siguientes puntos: Título de la investigación, nombre del investigador y su descripción.

Problema de la investigación, problemática o tema mayor dentro del cual se inscribe, enfoque de la investigación, hipótesis y planteamientos básicos, qué se ha descubierto, qué se espera descubrir. Asimismo se incluirá una bibliografía o referencias según el formato ya mencionado.

RESEÑAS DE LIBROS

Para las reseñas de libros es recomendable citar al autor con sus datos biográficos básicos, ocuparse no sólo del libro sino también del asunto que trata -circunscribirlo-; identificar el propósito del autor, lo que pretende demostrar, sus contribuciones; determinar las fuentes, su manejo, metodología, organización de resultados, estructura del libro. Ficha técnica del libro (Véase Bibliografía)

RESÚMENES DE TESIS DE POSGRADO

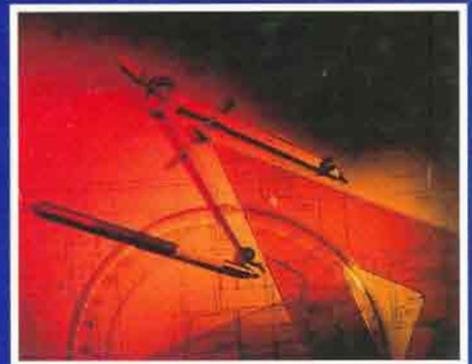
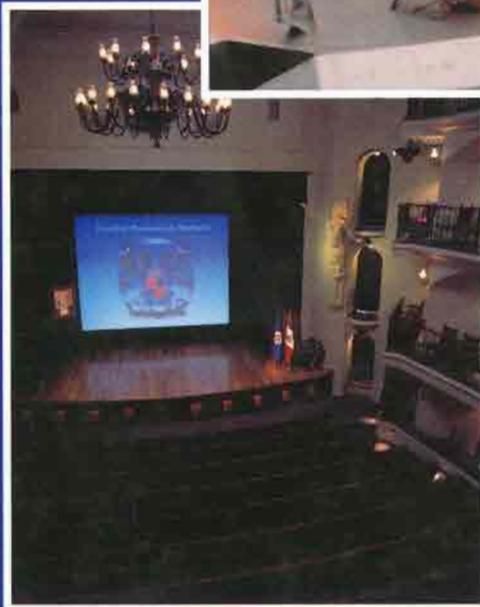
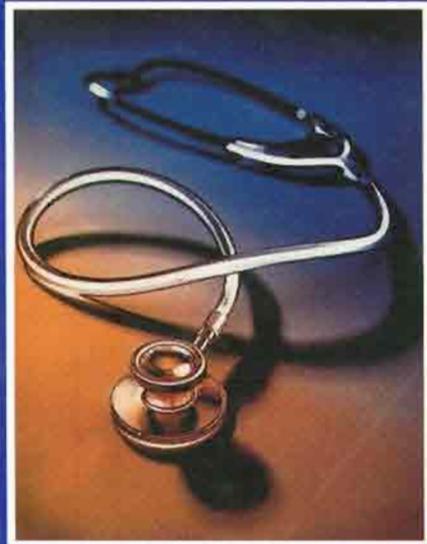
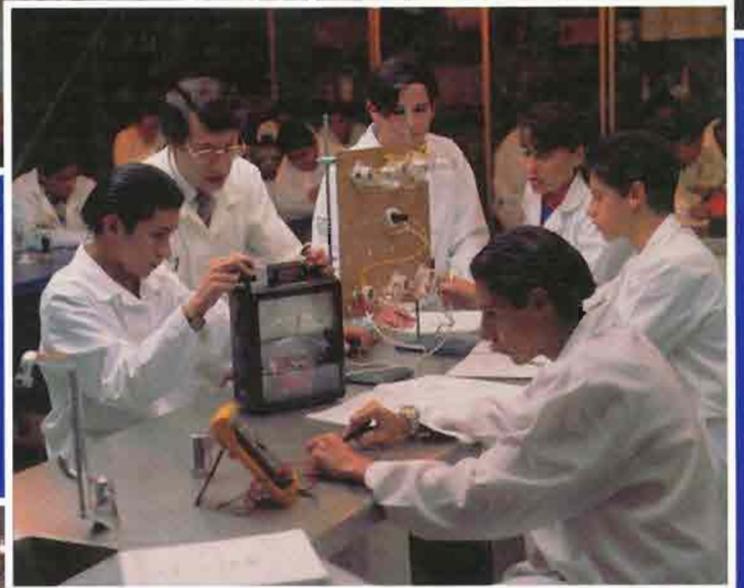
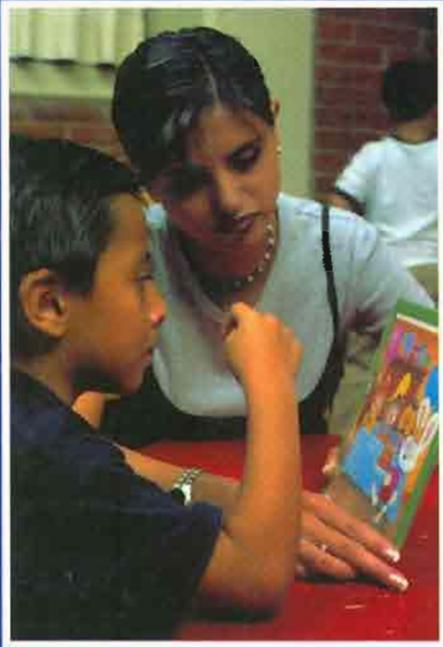
Título de la tesis, nombre del autor. Los resúmenes de tesis deberán ceñirse a la presentación del tema, sus tesis principales, conclusiones y referencias, según el formato.

REVISIONES TEMÁTICAS Y ENSAYOS

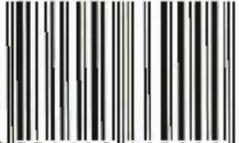
Las revisiones temáticas deberán contener la información requerida, fundamentada con la bibliografía que la apoye y debe de tener un aparato crítico sólido y sustentable.



EDICIONES UNIVERSIDAD LA SALLE



ISSN 1405669-0



9 771 405 669 000