

De La Salle

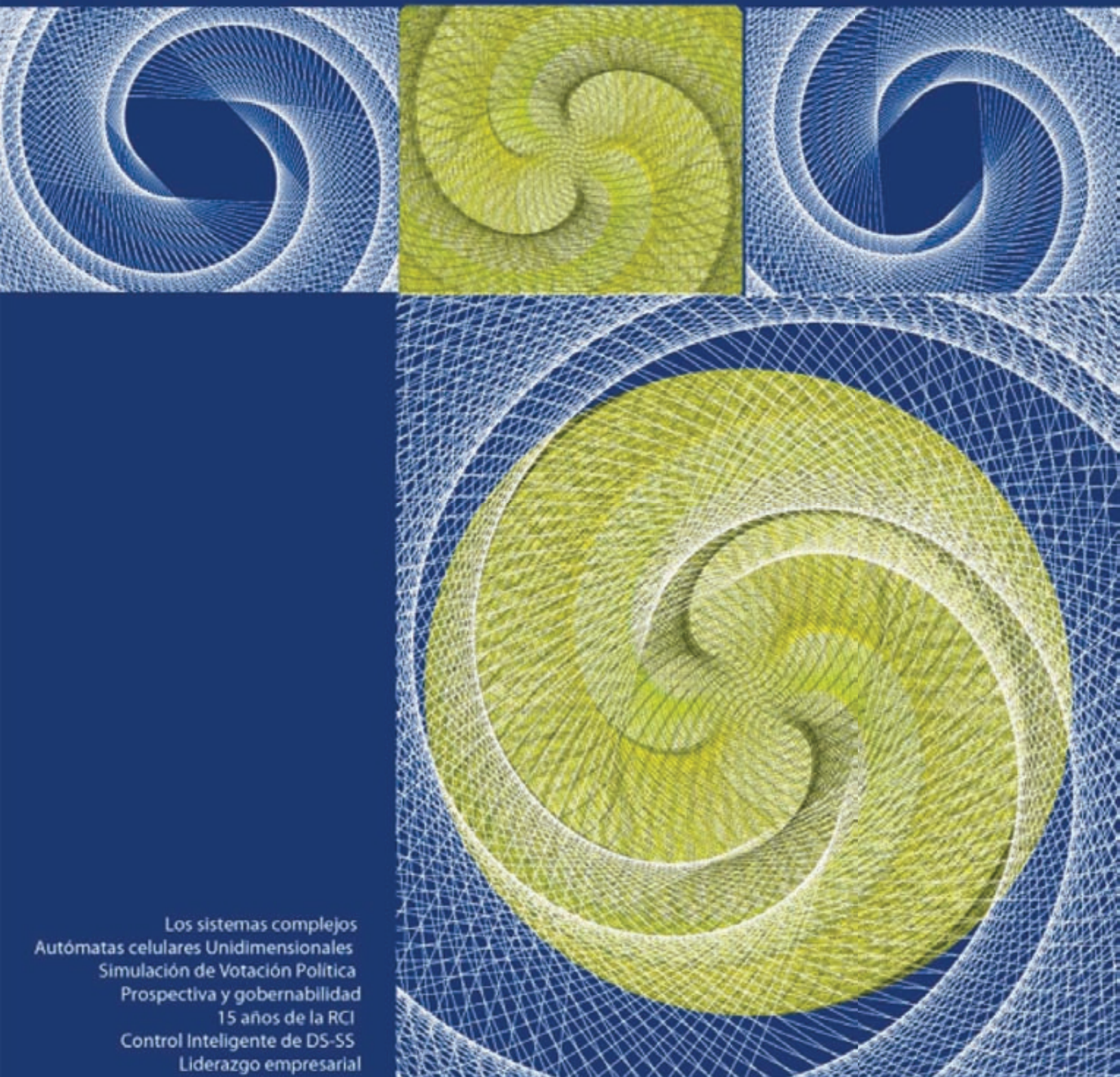


Universidad
La Salle®

Revista del Centro de Investigación

<http://www.ci.ulsal.mx/revista>

Sistemas Complejos



Los sistemas complejos
Autómatas celulares Unidimensionales
Simulación de votación política
Prospectiva y gobernabilidad
15 años de la RCI
Control Inteligente de DS-SS
Liderazgo empresarial

Rev. del Centro de Inv. (Mex.) Vol. 8 N° 30 Julio-Diciembre 2008
(Publicación electrónica)

*Revista
del Centro de
Investigación*

UNIVERSIDAD LA SALLE



ISSN 1665-8612
(publicación electrónica)

Nuestros autores

- **J. Figueroa Nazuno.**
Lic. en Psicología Experimental (UNAM), Doctorado en I. A. y en Física Teórica (Univ. de Edimburgo, UK).
- **Álvaro Álvarez Parrilla.**
Lic. en Física (UABC), Mtría. en Artes en Matemáticas (California University) y Doctorado en Matemáticas (Univ. de Maryland).
- **Aurora Espinoza Valdéz.**
Lic. en Matemáticas Aplicadas (UABC), Mtría. en Ciencias Aplicadas (UASLP) y Doctorante en Ciencias Aplicadas con Opción en Control y Sistemas Dinámicos (IPICYT).
- **Esther Vargas Medina.**
Lic. en Psicología Social (UAM-I), Mtría. en Matemáticas Aplicadas a C. S. (PU, USA), Candidato a Doctor en Ciencias (ULSA).
- **Walterio W. Mayol-Cuevas.**
Ing. en Computación (UNAM), PhD in Robotics (University of Oxford, UK).
- **Sonia Combini Salinas.**
Lic. en Sociología (Université Catholique de Louvain, Bélgica), Lic. y Mtría. en Letras (Université de Paris V, Francia), Doctorado en Sociología de la Educación y de la Cultura (Institute des-Hautes Etudes en Amérique Latine, Paris-III, Francia). Miembro del SNI.
- **Alma Rosa Hernández Mondragón.**
Lic. en Sociología y Mtría. en Desarrollo y Planeación de la Educación (UAM-X), Candidato a Doctor en Educación (ULSA).
- **Clàudia Mateo Segura.**
Ing. Técnica en Sistemas de Telecomunicación e Ing. Superior en Telecomunicaciones (Enginyeria i Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull, Barcelona, España).
- **Rosa Maria Alsina i Pagés.**
Ing. en Electrónica y en Telecomunicaciones, Master en Gestión de Proyectos DEA", Candidato a Doctor (Enginyeria i Arquitectura La Salle, Universitat Ramon Llull, Barcelona, España).
- **Víctor Hugo Robles Francia.**
Ing. en Mecánica Eléctrica y Mtría. en Ingeniería (UNAM) y Doctorado en Estudios Organizacionales (UAM-I).
- **Luciano Barp Fontana.**
Lic. en Teología (Nápoles, Italia), en Filosofía (UIC), y en Ciencias de la Educación (Goethe Universitaet, Frankfurt, Alemania), Posgrado en Teología Moral (Roma, Italia), Mtría. en Letras Clásicas (UNAM) y Doctorado en Filosofía (Roma, Italia).
- **Francisco Roberto Rojas Caldelas.**
Lic. en Diseño Industrial (UAM-A) y Mtría. en Lingüística Aplicada (UNAM) y Doctorante en Educación (ULSA).
- **Vida Valero Borrás.**
Lic. en Letras (UNAM), Especialidad en Literatura Mexicana (UAM-A), Candidato a Mtría. en Aprendizaje Humano (Univ. de Brunel, Inglaterra).
- **Ana María Salgado.**
Profesora Superior en Arte (INAP, Córdoba, Argentina), Mtría. en Patrimonio Cultural Material, Administración y Legislación (Univ. Nac. de Córdoba) y Doctorante en Artes (UNC, Argentina).
- **Roberto Lara Díaz.**
Lic. en Economía y Especialización en Sistemas de Calidad (UAEH).

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN VOL. 8. NÚM. 30

Distribución y publicación: Dirección de Posgrado e Investigación de la Universidad La Salle

Dirección: Esther Vargas Medina

Coordinadora Editorial: Alma Rosa Hernández Mondragón

Diseño: Portada: Úrsula Yasmín Daniela López Rodríguez y **Banner:** Blanca Estela López Pérez (EMADYC-ULSA)

Apoyo Técnico: María Concepción Fortes Rivas

Corrección de Estilo y Cuidado Editorial: Mario J. Salgado Ruelas.

Asesoría Legal: Verónica Bátiz Álvarez

Coordinador Temático: José Manuel Gómez Soto

Especialistas Temáticos: José Sámano Castillo (UNAM) y Luis Arturo Rivas Tovar (IPN-GIO)

Correspondencia:

Revista del Centro de Investigación.

Dirección de Posgrado e Investigación.

Benjamín Franklin # 47, Col. Hipódromo Condesa, México, D.F. C.P. 06140.

Tel. 5278 95 00 ext. 2386, 2388

Fax. 5515 7631

E-Mail: <revista@ci.ulsal.mx>

<<http://www.ci.ulsal.mx/revista>>

Publicación Electrónica, impresión de 30 ejemplares para resguardo bibliográfico.

Reservado todos los derechos Posgrado e Investigación de la Universidad la Salle. Reserva para el uso exclusivo del título Núm. 04-2002-052810271000-102, ante la Dirección General de Derechos de Autor, certificado de solicitud de título Núm. 7960 y certificado de contenido Núm. 5638. ISSN 1665-8612. Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los autores.

El logotipo y la denominación de la Universidad la Salle son marcas registradas.

Publicación indizada en:

CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades), de la DGB-UNAM. Para consultas:

<http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=CLA01> ó

<<http://www.dgbiblio.unam.mx/mapa.htm>>

IRESIE (Índice de revistas de Educación Superior e Investigación Educativa). Para consultas:

<<http://www.unam.mx/cesu/iresie>>

LATINDEX (Directorio de Publicaciones Científicas seriadas de América Latina, el Caribe, España y Portugal). Para consultas:

<<http://www.latindex.unam.mx>>

CATMEX (Catálogo comentado de Revistas Mexicanas sobre Educación Superior e Investigación Educativa) Prox. Edición en CD y vía internet.

Para consultas: <http://132.248.9.1:8991/F/-/?func=find-b-0&local_base=CLA01> ó

<<http://www.latindex.unam.mx>>

Red ALyC (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal).

Para consultas: <<http://redalyc.uaemex.mx/>> ó

<<http://www.redalyc.com>>

EBSCO (Servicios de Información)



Dirección de Posgrado e Investigación

REVISTA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD LA SALLE
Vol. 8, Núm. 30 JULIO-DICIEMBRE DE 2008

ÍNDICE DE CONTENIDO
TEMÁTICA: SISTEMAS COMPLEJOS
Artículos de Investigación

Los sistemas complejos: una perspectiva contemporánea.	5-13	<i>J. Figueroa Nazuno</i>
Autómatas Celulares Aditivos: la regla 150 vs. la regla 90.	15-28	<i>Álvaro Álvarez-Parrilla Aurora Espinoza-Valdez</i>
Nuevas técnicas para el sistema de control de un receptor multiresolutivo de DS-SS CDMA.	29-49	<i>Clàudia Mateo Segura Rosa María Alsina i Pagés</i>
Simulación de los procesos de votación política mediante los modelos IPS.	51-67	<i>E. Vargas-Medina Walterio W. Mayol-Cuevas J. Figueroa Nazuno</i>

Reseña

Comentarios sobre "Prospectiva, gobernabilidad y riesgo político" de los autores: Tomas Miklos, Edgar Jiménez y Margarita Arroyo.	69-74	<i>Sonia Comboni Salinas</i>
---	-------	------------------------------

SECCIÓN NO TEMÁTICA
Artículo de Investigación

La experiencia y perspectivas de la Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle a 15 años de difundir el quehacer científico.	75-85	<i>E. Vargas-Medina Alma Rosa Hernández Mondragón</i>
Managers' Leadership Practices in Hidalgo-Mexico SMEs	87-96	<i>Víctor Hugo Robles Francia</i>

Ensayo

La ley natural moral según el pensamiento clásico.	97-104	<i>Luciano Barp Fontana</i>
--	--------	-----------------------------

Revisión temática y Nota crítica

Aspectos a considerar en la redacción de un ensayo con base en una obra literaria en una clase de los niveles intermedio-superior y avanzado en lengua extranjera.	105-117	<i>Francisco Roberto Rojas Caldelas Vida Valero Borrás</i>
La historia: una experiencia de conocimiento sensible.	119-125	<i>Ana María Salgado</i>
Análisis de la estrategia de enfoques y especialización de Porter para la creación de una MPYME.	127-132	<i>Roberto Lara Díaz</i>

Directorio

Criterios de autor

Editorial

El reduccionismo ha predominado en la ciencia en el último siglo, a partir de él se ha tratado de entender las leyes fundamentales que gobiernan las partes más pequeñas de la naturaleza; de esta manera, la física de las partículas elementales y la microbiología, entre otras, se han desarrollado ampliamente. Este esfuerzo se sustenta en la esperanza de que conociendo cómo trabajaban las leyes fundamentales se puede indagar el resto de los fenómenos en cualquiera de sus niveles. Sin embargo, aún si fuera posible observar las leyes fundamentales de los sucesos, no siempre es viable poder extrapolar este conocimiento a otros niveles. Aquí se dibuja así el concepto de los fenómenos no lineales, donde para una misma situación se puede obtener una respuesta muy distinta. Fenómenos donde el comportamiento colectivo emerge de la interacción de las partes y no hay forma de predecir este comportamiento tomando la información de cada parte que lo compone o, en otros términos, donde aún conociendo la interacción local no es posible predecir su conducta global. En este número de la [Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle \(RCI\)](#), dedicado a los *Sistemas Complejos*, ofrecemos un bosquejo de algunos puntos de interés en la investigación en esta área.

En el artículo titulado: *“Los sistemas complejos: una perspectiva contemporánea”*, J. Figueroa Nazuno nos brinda una introducción a los problemas del área, dando su punto de vista sobre el concepto de “Complejidad”, concepto cuya definición aún está en debate. Uno de los fenómenos que se estudian en el área de los Sistemas Complejos es la interacción entre partículas; en el artículo: *“Simulación de los procesos de votación política mediante los modelos IPS”*, E. Vargas-Medina, Walterio W. Mayol-Cuevas y J. Figueroa Nazuno, llevan este paradigma a la simulación de los procesos de votación política. Una aplicación a este tema, se exhibe en el artículo: *“Nuevas técnicas para el sistema de control de un receptor multirresolutivo de DS-SS CDMA”*, en el que Clàudia Mateo Segura y Rosa María Alsina Pages hacen uso de un sistema de control específico. Finalmente, Álvaro Álvarez-Padilla y Aurora Espinoza-Valdez, en *“Autómatas Celulares Aditivos: la regla 150 vs. la regla 90”*, presentan la comparación entre las propiedades de estas dos reglas. Además, en la reseña: *“Comentarios sobre “Prospectiva, gobernabilidad y riesgo político” de los autores: Tomás Miklos, Edgar Jiménez y Margarita Arroyo, Sonia Comboni Salinas visualiza el enfoque de los autores ante la complejidad y la polisemia de la gobernabilidad, las teorías del desorden, del caos y los análisis del riesgo y del riesgo político, así como de la incertidumbre y los estigmas de nuestro presente.*

Estos artículos son una muestra de los tópicos que se buscan entender y resolver en el área. Son una forma de acercarse a preguntas fundamentales para quienes desean incursionar en el estudio de los Sistemas Complejos: ¿cómo predecir el comportamiento colectivo a partir de las interrelaciones locales que tienen los componentes que lo conforman? y ¿por qué y cómo se autoorganizan algunos fenómenos de la naturaleza?

Dr. José Manuel Gómez Soto
Investigador
Coordinador temático

Los sistemas complejos: una perspectiva contemporánea

J. Figueroa Nazuno
Centro de Investigaciones en Computación-IPN (México)
E-mail: jfn@cic.ipn.mx

[Recibido: Marzo 9, 2008. Aceptado: Marzo 16, 2008](#)

RESUMEN

Hasta antes de la década de los años 50, los problemas centrales en la investigación científica estaban orientados y limitados al problema dimensional; es decir, el estudio de lo más grande y lo muy pequeño. Desde un punto de vista conceptual, las tareas científicas estaban dirigidas al desarrollo de instrumentos físicos o conceptuales para el estudio de estos dos grandes horizontes del conocimiento.

En la actualidad, una serie de eventos —en cierta forma inconexos— han orientado la búsqueda de **nuevos esquemas interpretativos** en la ciencia. Algunos de estos eventos son el desarrollo de las computadoras, la gran cantidad de problemas sociales dados por el crecimiento de población, el explosivo desarrollo del comercio y, con esto, el surgimiento de serios problemas en teoría económica, el desarrollo de las teorías en física, en biología, en bioquímica y en genética molecular; fenómenos que —por sus características— no ha sido posible estudiar en la forma clásica.

Esto, aunado al creciente escepticismo en las concepciones atomistas y reduccionistas —en su sentido epistemológico— ha llevado en los últimos años a intentar estudiar, desde un punto de vista diferente del tradicional, toda una clase de fenómenos: los sistemas complejos. En el presente trabajo se muestra el desarrollo de este esquema interpretativo describiendo los diferentes tipos de sistemas complejos, así como una caracterización de los fenómenos y técnicas más utilizadas para su estudio.

Palabras Clave: sistemas complejos, esquemas interpretativos, no-linealidad, Cibernética, teoría general de sistemas, simulación computacional.

ABSTRACT

Up to the decade of 1950, the core issues in scientific research were targeted and limited to the dimensional problem: the study of the largest and of the very small. From a conceptual point of view, scientific tasks were aimed to developing physical and conceptual tools for the study of these two great horizons of knowledge.

At present, a series of events —unrelated in a way— have guided the search for new *interpretive schemes* in science. Some of these events are computer developing, the large number of social problems given by population growth, the trade explosive development and, next to this, the emerging of serious problems in economic theory, the development of new theories in physics, biology, biochemistry, and molecular genetics; phenomena that, given their characteristics, have not been possible to study under a classical way.

Over recent years, this issue (coupled with growing skepticism and reductionism & atomist conceptions—in their epistemological sense) has led to trying to study, from a different angle to the traditional, a whole class of phenomena: complex systems. This paper shows the development of this interpretive scheme by describing various types of complex systems, as well as the phenomena and techniques used for their study.

Keywords: complex systems, interpretive schemes, non-linearity, cybernetics, systems general theory, computer simulation.

INTRODUCCIÓN

En una forma sencilla, los sistemas complejos [1:89, 2:89] pueden describirse como una clase de problemas en donde: a) la cantidad de variables en interacción sea muy grande; b) la interacción de variables sea poca pero, desde el punto de vista matemático o físico, el tipo de interacciones sean no-lineales y, a pesar de su extremada sencillez, no los podamos resolver con nuestros actuales procedimientos matemáticos o teóricos y, c) el conocimiento de las partes de un fenómeno no sea suficiente para conocer y explicar su comportamiento al integrarse como un todo. Lo más importante es que esta clase de fenómenos se repiten en muy diferentes áreas y disciplinas que, al estar fuertemente influenciadas por el reduccionismo, el atomismo o la búsqueda de modelos matemáticos—muy difíciles de construir— se han convertido en un nuevo esquema interpretativo: el de los sistemas complejos.

La Mecánica Estadística y la Ecología son las dos áreas especiales más características (que ya tenían un desarrollo histórico) que se han dado a la tarea de buscar nuevas perspectivas, por la dificultad y cantidad de variables que se presentan en ellas.

Los sistemas complejos

Ejemplos generales de sistemas complejos, son:

- a. El funcionamiento global del cerebro,
- b. el problema de la contaminación en las ciudades,
- c. el problema de la predicción del clima a largo plazo,
- d. los ecosistemas en proceso de desequilibrio (como son zonas especiales en las selvas tropicales y/o en las islas, en donde se crean habitats especiales o diferentes, etc.),
- e. el problema de tres cuerpos en movimiento, que es un problema clásico de la Física, en donde se tiene que describir el comportamiento de estos cuerpos en interacción y para el cual, en la actualidad no se tiene solución analítica, [3, 4]
- f. el problema del “agente viajero” (*salesman problem*) en computación, en donde se tiene que encontrar cuál es la ruta óptima que tiene que recorrer un vendedor para visitar “n” ciudades, con la menor cantidad de kilómetros recorridos. Este problema, a pesar de lo simple que parece, es muy difícil de resolver.

Todos estos son problemas en donde una visión atomista (es decir, el tratar de encontrar los elementos o unidades últimas y conocerlas en detalle) no nos sirve para entender el conjunto total.

Mucho del desencanto con las visiones clásicas de la ciencia, se dio por una incapacidad de integración cuando se tiene un conocimiento detallado de los elementos del conjunto, buscándose, en un principio, formas de hacer la integración hacia arriba, y se pensó que en esencia era un problema teórico (de construcción). Asimismo, la dificultad para definir y aislar cuál es la unidad última de análisis, ha llevado a formas muy radicales de reduccionismo teórico o metodológico, las cuales no han tenido el efecto deseado.

Es interesante notar que este cambio conceptual en las formas de ver los problemas ha surgido, en su mayoría, de ciertas áreas de las ciencias sociales y de la biología y no —como se acostumbra tradicionalmente— de las ciencias naturales, que guiaban a los paradigmas de las disciplinas de investigación. Lo más interesante de esta situación es que posiblemente es en la Física en donde el impacto de la idea de sistemas complejos, se ha entendido más y, posiblemente, en donde esté más clara la necesidad de formas y aproximaciones diferentes de investigación y conceptualización.

No es la primera, ni la última vez, que surgen “disciplinas” o intentos de tipo integrativo en las ciencias. Todavía es reciente el caso del surgimiento de una perspectiva o punto de vista (es difícil de clasificar), que fue la *Cibernética*, a principios de los años 50, que generó una serie de herramientas para analizar cierto tipo de problemas existentes en máquinas, animales, humanos y sociedades. Este fue un intento por tratar de crear metodologías y teorías de la forma como estos sistemas procesan información; sin embargo, esta perspectiva se ha desarrollado y ha tenido mucho más impacto en los antes llamados “países socialistas”, no así en Estados Unidos y sus “satélites teóricos”.

Otro ejemplo de los intentos por explicar fenómenos en los que los sistemas clásicos no han podido avanzar, es lo que se conoce como *Teoría General de Sistemas* que, por un lado, describía la importancia de las relaciones entre diferentes componentes de un sistema más global —mediante el uso de modelos matemáticos de muchas variables en interacción, los sistemas de ecuaciones diferenciales parciales¹—, en donde la idea era que si se podía construir el modelo matemático de éstas en interacción se podían mover algunas “perillas” del modelo y con esto lograr los efectos deseados, traduciéndose en la posibilidad del control de fenómenos de numerosas variables. Por el otro lado, la *Teoría General de Sistemas* hace un ataque muy fuerte a las visiones simplistas de causalidad, que están todavía muy enraizadas (aunque en algunos casos, no explícitamente) en la ciencia contemporánea.

Pudiera ser que a esta idea del estudio de **lo complejo** le suceda lo mismo que a otros intentos integrativos; sin embargo, algunos triunfos teóricos y sistemas explicativos particulares, desarrollados desde esta perspectiva, nos dan una clara indicación de su potencialidad. [5:73-79]

En la actualidad podemos distinguir algunas ideas y eventos precursores de esta perspectiva:

- a. Ya hemos mencionado cómo, dentro de las ciencias naturales, las limitaciones del atomismo son uno de los puntos importantes que inician la búsqueda de perspectivas diferentes.
- b. Un segundo momento muy especial —que tuvo mucho efecto y se discutió a nivel mundial— fue la aplicación de la computación moderna al estudio de los sistemas dinámicos; en particular con los trabajos de J. Forrester, a mediados de la década de los años 60, en donde demostró la posibilidad de estudiar y predecir fenómenos sociales de manera muy precisa. Parte de este esfuerzo, muy comentado, es lo que se conoce como “Club de Roma”, el cual apoyó el estudio de grandes sociedades y la predicción específica de lo que iba a suceder con la interacción de ciertas variables como: contaminación, crecimiento de población, cantidad de tierra cultivada, desechos industriales, agricultura, procesos de industrialización, etc.

¹ El problema central de la modelación matemática, es que es útil e importante cuando se analiza más de una variable; la herramienta más genérica para este tipo de modelos son los sistemas de ecuaciones diferenciales parciales, que —desde el punto de vista matemático y conceptual— son extraordinariamente difíciles de construir y mucho más de resolver numéricamente. De hecho, algunas ecuaciones de este tipo, muy importantes, como la de Navier-Stoker, no tienen solución analítica. A esto debemos agregar que generalmente los problemas que se intenta simular tienen características estocásticas, lo cual los hace aún más difíciles de estudiar.

Estos trabajos tan importantes en las décadas de los años 60 y principios de los 70, de la creación de “modelos de mundo” (*world models*), si bien en principio se vieron sus limitaciones (por la dificultad para construir los modelos matemáticos y para resolverlos numéricamente), actualmente, después de 30 años que se desarrollaron y que tuvieron mucho impacto social, se puede mostrar que “tenían razón”, en especial en la predicción de los problemas de industrialización y, por ende, la producción de altos niveles de contaminación.

Si bien este tipo de trabajo dio inicio en las ciencias sociales, muy pronto se comenzó a aplicar a otro tipo de fenómenos (como los sistemas biológicos, entre otros) en donde se conocían los principios generales del sistema en estudio y se podía tener una cantidad sustancial de importantes mediciones, pero no se tenían las herramientas teóricas y metodológicas para intentar hacer predicciones específicas.

A esta época se le conoce como “los alegres 60 en las ciencias predictivas”, en la cual se pensaba que se estaba muy cerca de poder estudiar fenómenos con una gran cantidad de variables interactuando y lograr predicciones numéricas precisas (posteriormente comentaremos cuál fue la razón y por qué esta época tuvo muchas limitaciones).

- c. Una siguiente época —ya más reciente— se originó en una serie de estudios cuyo extraordinario efecto se ha visto en la actualidad. Estos eventos tienen que ver con los llamados “problemas de ecología ambiental”, especialmente de contaminación en sus diversas formas. Dos eventos aislados dieron origen a estos problemas: la contaminación del Mediterráneo y del río Rhin (a fines de la década de los años 50), así como algunos casos viejos de desaparición de especies o de una sustancial reducción de las mismas. En estos problemas fue muy difícil entender y demostrar que las causas eran muchas y que las soluciones eran muy difíciles (y en algunos casos como en el ejemplo de la contaminación del río Rhin y del Mediterráneo, parte de la solución sólo se podía lograr con el paro total de algunas industrias europeas muy importantes).

Si bien los casos con muchas variables en interacción se conocen en ciencia, estos problemas de contaminación fueron los primeros grandes ejemplos con un efecto social trascendente, en donde se vió que las soluciones no se conocían o, en algunos casos, tenían algún efecto posterior: económico, social o industrial, muy grande. Esto llevó a que se analizaran con más cuidado las paradojas de los sistemas complejos. A fines de la década de los años 60, [6] se escribió un pequeño artículo que ha tenido una extraordinaria trascendencia en la Ecología y en el estudio de los problemas de la teoría de la ciencia: la paradoja de los comunes (“*The Tragedy of the Commons*”, en donde se entiende por “comunes” a los bienes comunales). Este autor mostró, en forma muy clara y accesible, algo que se pensaba que sólo existía en las Matemáticas: **las demostraciones de imposibilidad**. Evidenció que hay una gran cantidad de problemas en donde participan humanos y bienes comunes, en donde fundamentalmente existe una gran cantidad de contradicciones en el uso de estos bienes, además de poco entendimiento de los efectos que tiene su uso indiscriminado y las posibles soluciones para evitar un desastre. El ejemplo mencionado de contaminación de los ríos es muy claro al respecto.

Algunos descubrimientos o redescubrimientos en teoría matemática, por un lado, y en la observación de ciertos fenómenos físicos muy específicos, por el otro, se conforma la base del estudio de los sistemas complejos en la actualidad. Posiblemente el fenómeno más importante y más conocido es el denominado “efecto mariposa”. Lorenz, a fines de la década de los años 70, ocupándose en modelos de simulación de clima, en el MIT, al trabajar un modelo en una computadora con miles de datos, accidentalmente hizo un pequeño cambio en una sola cifra, y observó cómo el comportamiento del modelo y la

predicción fueron totalmente diferentes. Después de estudiar repetidamente lo que había ocurrido, descubrió que pequeños cambios en las condiciones iniciales de un modelo matemático muy complejo —con muchos datos numéricos— pueden provocar cambios muy grandes.

En la actualidad se sabe que este efecto mariposa es la explicación del porqué los modelos de los alegres años 60, no funcionaron y, además, han abierto toda una nueva forma de explicación y de trabajo de los fenómenos complejos.

El trabajo de Lorenz, junto con otras observaciones astronómicas y una serie de observaciones físicas (algunas muy antiguas) en el problema de “n” cuerpos en interacción, abrieron una subdisciplina: el estudio del **caos**. Ésta consiste en una serie de técnicas para el estudio de fenómenos de los que tenemos un mejor entendimiento ya que, bajo una apariencia de comportamiento totalmente desordenado, es posible introducir una serie de herramientas matemáticas, en donde podemos encontrar formas especiales de orden. Con esto, nuestro entendimiento de fenómenos que parecían totalmente azarosos cambia, en tanto que puede encontrárseles formas muy interesantes de organización interna. [7]

El descubrimiento de los fenómenos caóticos, junto con herramientas matemáticas poderosas, ha creado subdisciplinas que nos ayudan a entender fenómenos totalmente separados y diferentes, pero que pueden analizarse e interpretarse con las mismas herramientas. Así por ejemplo, el caso de un pequeño cambio numérico nos explica, bajo ciertas condiciones, un cambio en el sistema total del clima, un pequeño cambio en la historia de un niño, nos da grandes cambios en su vida adulta. Este tipo de fenómenos de pequeños cambios en las condiciones iniciales, tiene una gran aplicación en muchas disciplinas.

Tipos de complejidad

A continuación se describen los tipos de complejidad, ya que son varias las formas en que se pueden caracterizar:

1. **Complejidad por cantidad de variables.** Ejemplo de esto son: el cerebro, la guerra, una galaxia, etc.
2. **Complejidad por riqueza de interacciones.** En este tipo, aparte de la cantidad de variables, las interacciones son muchas y muy diferentes. Son ejemplos: el cerebro humano, los problemas de las grandes ciudades, los problemas ambientales, etc.
3. **Complejidad por auto organización.** Existe una gran cantidad de fenómenos en donde la suma de las partes y los efectos a distancia entre las mismas, no se pueden explicar, a menos que se asuma que existen propiedades de los fenómenos que sólo aparecen bajo ciertas condiciones de interacción o fenómenos colectivos. Casos clásicos de auto organización son: el fenómeno de láser en Física, los fenómenos de procesamiento de información en el cerebro humano, los fenómenos de tipo colectivo en Ciencias Sociales o los fenómenos de manadas en Biología. Interacciones cercanas, como son la interacción entre partículas, células en el corazón; interacciones remotas como es en el cerebro. Interacciones o interacciones lejanas, como son los efectos climáticos que se dan como el fenómeno conocido como “el niño” (técnicamente conocidas como “teleconexiones”). Otro ejemplo de esta categoría son los fenómenos tan complicados como la gravedad.
4. **Complejidad algorítmica.** Desde un punto de vista matemático y computacional, existen fenómenos que a pesar de ser simples (con pocos elementos), su solución es sumamente difícil de lograr. A ella pertenecen cierta clase de problemas matemáticos, en donde se puede demostrar que no se tiene solución

analítica, o que su solución requiere de cantidades extraordinarias de recursos computacionales. [8]

5. **Complejidad por construcción matemática.** La complejidad algorítmica ha dado como consecuencia este tipo de complejidad, en donde las estructuras artificiales realizadas en matemáticas crean ciertos problemas de extraordinaria complejidad de análisis. Este tipo de problemas se aleja mucho de la matemática axiomática y sabemos que su solución no se puede dar ni por procedimientos analíticos ni por simulación en computadora, sino por la experimentación (en el sentido estricto de las ciencias naturales), como tiene que estudiarse el comportamiento de estos sistemas numéricos o matemáticos (matemática experimental). [9]

En suma, el estudio de los sistemas complejos es una aproximación o punto de vista que aún en la actualidad todavía tiene muchos aspectos arbitrarios, pero que pueden ser de gran utilidad para entender ciertos problemas. Muestra de este dinamismo puede observarse al revisar los artículos publicados en la revista *Science*, la cual dedica un número especial al estudio de los sistemas complejos (1999).

Características de los sistemas complejos

En una forma sintetizada este esquema interpretativo se caracteriza por:

- a. El estudio de una serie de fenómenos que pueden caracterizarse como complejos por sus propiedades y funcionamiento (la clasificación que se presentó en párrafos anteriores). [10]
- b. Una serie de herramientas metodológicas y conceptuales, que pueden aplicarse a una diversidad de fenómenos y condiciones de investigación. Algunas de esas herramientas son muy viejas, y es su unión con la computación la que nos permite que sean útiles en la actualidad. [11] Técnicas específicas como son:
 - i. el análisis fractal (para estudios de fenómenos “repetitivos”),
 - ii. técnicas de análisis del caos (atractores, exponentes de Lyapunov, etc., que permiten encontrar formas de orden en sistemas supuestamente desordenados o un desorden acotado),
 - iii. técnicas de simulación dinámica (DYNAMO),
 - iv. muchas técnicas de Mecánica Estadística,
 - v. técnicas de partículas en interacción, [12-18]
 - vi. estadística multivariada,
 - vii. algoritmos clasificadores (técnicas de anielinas, algoritmo genético, teoría de autómatas, entre otros).Estas técnicas enumeradas, en su mayoría tienen un fuerte énfasis en matemáticas discretas y son independientes de la computación.
- c. Una serie de fenómenos genéricos que ocurren a muy diferentes niveles y que caracterizan la posibilidad teórica de esta perspectiva. Algunos de estos fenómenos, son:
 - i. **transición de fase** (por ejemplo, la transformación de hielo, agua y vapor, que tiene puntos críticos en donde por temperatura cambia el estado del agua);
 - ii. el **desarrollo cognoscitivo** desde diferentes teorías psicológicas, en donde hay puntos de cambio sustanciales;
 - iii. el fenómeno de **masa crítica**, para describir a un grupo de científicos en realidad es un fenómeno de transición de fase, etc.; [19]
 - iv. las **teleconexiones**, es decir, interacciones remotas en tiempo y espacio.

- d. Fenómenos genéricos de interacción entre elementos, en forma colectiva y automática. En todas las áreas de la ciencia existen situaciones donde los elementos interactúan en forma colectiva, sin que en realidad exista un mediador físico que determine esa interacción, sino que son pequeñas oscilaciones aleatorias las que hacen cambiar la dirección del comportamiento colectivo. Un ejemplo de esto es el vuelo en grupo de ciertos pájaros, en donde no hay un líder y, sin embargo, manifiestan un comportamiento organizado. Otros ejemplos (más viejos y conocidos) son los de la mecánica estadística del comportamiento de los gases. Ejemplos en ciencias sociales son la aparición y desaparición de los aplausos en un concierto (en donde no se puede hablar de una toma de decisiones colectiva que determine el comportamiento del fenómeno). En estos fenómenos se generan patrones a diferentes escalas espaciales y/o temporales.
- e. Fenómenos genéricos de auto organización. Hay muchísimos ejemplos de fenómenos en donde el comportamiento individual de sus elementos y sus efectos directos no explican el comportamiento de todo el sistema. Por ejemplo, la emisión de los láseres, los fenómenos de organización supra macromolecular de ciertas reacciones químicas autocatalíticas (como es la de Zhabotinskii) y posiblemente el más típico de todos sea las neuronas en el cerebro. [20]
- f. Fenómenos genéricos de tipo cíclico o periódico. Es posiblemente uno de los tipos más viejos de fenómenos complejos, en donde su estructura está dada en un eje de tiempo y existe una serie de periodos cíclicos en tiempo y/o espacio, los cuales hay que analizar y describir. En muchos de estos casos existían herramientas muy utilizadas, como el análisis de Fourier (en una y dos dimensiones) y todos sus derivados, los cuales han ayudado en forma muy clara en el estudio del comportamiento de estos fenómenos; sin embargo, actualmente la utilización de técnicas como caos y fractales (en especial éste último) nos permiten estudiarlos en forma genérica. Ejemplos de estos fenómenos son: turbulencias en líquidos, ciclos económicos, fluctuaciones en la distribución de las estrellas y galaxias, etc.

En general, todos estos fenómenos pueden ser sistemas fuera de equilibrio, suelen ser sistemas abiertos, tener elementos heterogéneos (en donde cada elemento del sistema puede contener a otros con reglas de comportamiento propias), pueden presentar comportamiento local y global, los sistemas individuales y el sistema completo pueden tener memoria, pueden llegar a varios estados o meta estados diferentes (debido a que pueden poseer estados cambiantes), pueden estar afectados por interacciones síncronas/asíncronas y, por último, puede existir generación e intercambio de información entre los elementos del sistema.

CONCLUSIONES

Del análisis presentado es posible desprender las siguientes conclusiones:

1. El reconocimiento de la existencia de una clase especial de fenómenos en todas las ciencias.
2. El desarrollo de nuevos instrumentos metodológicos.
3. El reconocimiento y aceptación de las limitaciones de las clasificaciones y restricciones disciplinarias de las ciencias clásicas.
4. El reconocimiento de que no hay propiedad privada en las áreas de explicación disciplinarias, por lo tanto, la Física como cualquier otra disciplina o ciencia, no es propietaria de los fenómenos que explica.
5. El reconocimiento y demostración de que es posible explicar fenómenos sustancialmente diferentes, con las mismas herramientas y bajo la misma perspectiva de análisis.

6. El reconocimiento de que las formas en que construimos explicaciones de todo tipo de fenómenos, desde lo social hasta lo matemático —pasando por la física y la biología—, constituyen un proceso muy flexible, que necesita formas diferentes de aproximación.

Todo lo anterior nos da como consecuencia la necesidad de nuevas formas de investigación y comprensión del universo, y en una forma muy definida, nos abre la posibilidad del estudio y ciencia de los **fenómenos complejos**.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Loyd, S. (1989). Existence And Uniqueness of Physical Measures of Complexity, *Doe Research and Development Report*, Cal-68-1576, SLAC, CA, Stanford University: SPIRE.
- [2] Nicolis, G. y Prigogine, I. (1989). *Exploring Complexity*, San Francisco, W. H. Freeman & Co.
- [3] Escalona Buendía, A. y Figueroa Nazuno, J. (1987). Un algoritmo eficiente para la simulación de n-partículas interactuando, *XXX Congreso Nacional de Física*, Mérida, Yuc., México, 26-31 de octubre.
- [4] Escalona Buendía, A. y Figueroa Nazuno, J. (1988). Diferentes procedimientos rápidos para la evaluación de sistemas de partículas en interacción, *XXXI Congreso Nacional de Física*, Monterrey, N. L., México, 24-28 de octubre.
- [5] Figueroa Nazuno, J. y Vargas Medina, E. (1992). Los sistemas complejos: una nueva forma de análisis en las ciencias contemporáneas. En: Campos, Miguel Ángel, y Roberto Varela (eds.). *Prospectiva social y revolución científico-tecnológica*. México: UNAM-UAM, pp. 73-79.
- [6] Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, Washington, D. C., USA, no. 163, pp. 1243-1248.
- [7] Davis, P. (1987). The creative cosmos, *New Scientist*, Reino Unido: Reed Business Information, no. 17, pp. 41-44, diciembre.
- [8] Packel, E. W. y Traub, J. F. (1987). Information-based Complexity, *Nature*, Reino Unido: Nature Publishing Group no. 328, julio.
- [9] Enríquez Hernández, A.; Vargas-Medina, E. y Figueroa-Nazuno, J. (1990). Problema de Tag de e. Post: implementación y análisis de sus implicaciones para los fundamentos de la computación clásica, *XXXIII Congreso Nacional de Física*, Ensenada, B. C., México, 22-26 de octubre.
- [10] Figueroa Nazuno, J.; Flores García, C. y Vargas-Medina, E. (1989a). Grupo T1 de investigación en física computacional, *Primer foro de avances de investigación*, UNAM, México, 24-28 de abril.
- [11] Figueroa Nazuno, J.; Vargas-Medina, E. y Romero Bastida, R. (1989b). Desarrollo de programas de investigación y enseñanza en física computacional, *Congreso MEXICON'89*, México, D. F., México, 18-22 de septiembre.
- [12] Liggett, T. M. (1985). *Interacting Particle Systems* (Springer, New York, Series of comprehensive studies in Mathematics, 276). Se reimprimió por Springer Berlin Heidelberg, 2005 (en su serie *Classics in Mathematics*)

[13] Liggett, T. M. (1997). Stochastic Models of Interacting Systems, *The Annals of Probability*, Institute of Mathematical Statistics, Ithaca, N. Y, USA, vol. 25, no. 1, pp. 1-29.

[14] Liggett, T. M. (2002). <[Interacting Particle Systems – An Introduction](#)> Cátedras impartidas en la escuela y en la conferencia sobre Teoría de la Probabilidad en el Centro Internacional de Física Teórica, Trieste, mayo 13-17. [En línea]. Disponible en: <http://users.ictp.it/~pub_off/lectures/Ins017/Liggett/Liggett.pdf>, consulta: febrero 20 de 2008.

[15] Durrett, R. (1988). Crabgrass, Measles and Gypsy Moths: An Introduction to Interacting Particle Systems, *The Mathematical Intelligencer*, New York: Springer, vol. 10, no. 2, pp. 37-47.

[16] Durrett, R. (1995). Ten Lectures on Particle Systems, *Lecture Notes in Mathematics* 1608, Heidelberg/Springer Berlin.

[17] Durrett, R. y Paul Jung (2007). Two Phase Transitions for the Contact Process on Small Worlds, *Stoch. Proc. Appl.* No. 117, pp. 1910-1927 [En línea]. Disponible en: <<http://www.math.cornell.edu/~durrett/smw/smallworld0308.pdf>> consulta: febrero 18 de 2008.

[18] De Alba González, M.; Vargas-Medina, E., Contreras Ibáñez, C. y Figueroa-Nazuno, J. (1989). Modelo de votación: un modelo para el estudio de partículas en interacción en 1, 2 y 3 dimensiones, *XXXII Congreso Nacional de Física*, León, Gto., México, 23-27 de octubre.

[19] Doms, C. y Green, M. S. (comps) (1972). *Phase Transitions and Critical Phenomena*, London: Academic Press, New York: American Physical Society.

[20] Back, P., Tang, C., y Wiesenfeld, K. (1987). Self-organized Criticality. *Physical Review Letters*, New York: American Physical Society, vol. 59, no. 4, p. 381.

REFERENCIAS

Pippenger, N. (1978). Teoría de complejidad, *Investigación y ciencia*, Barcelona: Prensa científica, agosto.

Autómatas Celulares Aditivos: la regla 150 vs. la regla 90

[Álvaro Álvarez Parrilla](#)¹ y [Aurora Espinoza Valdéz](#)²

¹Carrera de Matemáticas, Facultad de Ciencias,
Universidad Autónoma de Baja California
Ensenada, B.C.

E-mail: alvaro.uabc@gmail.com

²División de Matemáticas Aplicadas, IPICYT,
Tangamanga, San Luis Potosí, S.L.P.,

E-mail: aurora.espinoza@ipicyt.edu.mx

[Recibido: Marzo 25, 2008. Aceptado: Junio 30, 2008](#)

RESUMEN

En este trabajo se utiliza una metodología algebraica para estudiar la dinámica de los autómatas celulares unidimensionales con valores en el campo finito de dos elementos, con condiciones de frontera periódicas que, además, satisfacen una propiedad llamada **aditividad** (que es compartida solamente por las reglas 90 y 150).

Específicamente, se presentan resultados relativos a los ciclos límite para el caso de la regla 150, mismos que se comparan con los resultados ya reportados en la literatura sobre la regla 90.

Palabras Clave: Autómatas celulares aditivos, Regla 150.

ABSTRACT

In this paper an algebraic methodology is used to study the dynamics of unidimensional cellular automats with values within the finite field of two elements, with conditions of periodic limits that, besides, satisfy a property named **additivity** (shared only by rules 90 and 150).

Specifically, results related to limit cycles for rule 150 are presented and compared with results already reported in literature about rule 90.

Keywords: Additive cellular automats, Rule 150.

1. Introducción

Los autómatas celulares fueron introducidos a finales de los años 40 por J. von Neumann después de una sugerencia de S. Ulam. Esto fue con el objetivo de crear un modelo del comportamiento real de sistemas extensos y complejos.

Un autómata celular d -dimensional es un sistema discreto que consiste de una malla d -dimensional de celdas (el espacio subyacente es un subconjunto de Z^d). Cada celda es capaz de almacenar un elemento de un conjunto finito de estados S . La dinámica se da en términos de una función local f que especifica el estado siguiente de cada celda en función de los estados actuales en alguna vecindad local de la celda.

En otras palabras, un autómata celular unidimensional consiste en una sucesión o secuencia de sitios (una configuración o estado) donde cada sitio o celda contiene un valor numérico, y los valores de los sitios evolucionan en pasos de tiempo discretos según reglas determinísticas.

Los autómatas celulares son reversibles si su mapeo global es invertible, es decir, si cada configuración que por definición tiene exactamente un sucesor también tiene exactamente un predecesor.

En este trabajo se utiliza un formalismo apropiado para comenzar a estudiar la evolución de autómatas celulares unidimensionales sobre Z_2 y con condiciones de frontera periódicas.

2. Antecedentes matemáticos

En esta sección presentamos de manera breve los antecedentes que utilizaremos. Para mayores detalles consulte las referencias al final del documento, específicamente [1-3].

En el presente trabajo sólo se consideran autómatas celulares unidimensionales con valores en un anillo finito $Z_{\hat{k}}$ de \hat{k} elementos, con N sitios y con condiciones de frontera periódicas. Esto es, un autómata celular consiste de una secuencia de N sitios, donde cada uno lleva un valor entero de 0 a $\hat{k} - 1$. Es inmediato que un autómata celular finito con N sitios tiene \hat{k}^N posibles estados o configuraciones globales distintas.

La configuración global de un autómata celular en el tiempo t , se especifica por los valores de sus N sitios, y puede representarse por un polinomio característico,

$$A^{(t)}(x) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i(t) x_i \quad [\text{Ec. 1}]$$

donde el valor del sitio i en el tiempo t está representado por el valor del coeficiente $a_i(t)$.

Los valores de los sitios evolucionan en pasos discretos de tiempo según reglas determinísticas. Por lo tanto, la evolución depende de los valores tanto de \hat{k} (el orden del anillo $Z_{\hat{k}}$) como del número r de vecinos que la regla tome en cuenta. El número de reglas distintas en función de \hat{k} y r está dado por \hat{k}^{2r+1} y por consiguiente tiende a aumentar rápidamente, incluso para \hat{k} y r pequeños. Un ejemplo es la regla dada por,

$$a_i(t) = a_{i-1}(t-1) + a_{i+1}(t-1) \quad [\text{Ec. 2}]$$

En este ejemplo se parte de que el valor de la celda i -ésima depende sólo de sus vecinos más cercanos ($r = 1$). Al considerar, como condición inicial, la configuración global que consiste de todos los sitios iguales a cero, con la excepción de un sitio que contiene un 1, se obtiene el extensamente estudiado Triángulo de Pascal (consulte [1, 3] para mayores detalles).

Cuadro 1. La regla 90: $01011010_2 = 90_{10}$

$r = 1, t - 1$	111	110	101	100	011	010	001	000
t	0	1	0	1	1	0	1	0

Así pues, en el caso en que $\hat{k} = 2$ y $r = 1$ existen $2^{2^{2r+1}} = 256$ reglas distintas, las cuales pueden clasificarse de la siguiente manera: Los valores de las ocho posibles combinaciones de los tres sitios anteriores forman un número binario que se cita como un entero decimal; es importante acomodar las ocho combinaciones como se presentan en el Cuadro 1. El ejemplo que en ella se muestra es para la regla dada por (2) con

aritmética módulo 2. Esto nos da el número binario 01011010_2 que en base decimal es 90_{10} . Es claro que este proceso etiqueta las 256 reglas de una manera unívoca. La regla 90 se ha estudiado ampliamente (por ejemplo en [1,2]), en particular se han estudiado sus posibles configuraciones y su evolución temporal mediante dipolinomios sobre un campo finito.

Consideremos ahora la regla dada por la suma módulo dos de los valores de sus tres vecinos más cercanos en el paso del tiempo anterior,

$$a_i(t+1) = a_{i-1}(t) + a_i(t) + a_{i+1}(t) \quad \text{mod } 2 \quad [\text{Ec. 3}]$$

De acuerdo con el método presentado arriba, los valores de las ocho posibles combinaciones de los tres sitios anteriores forman un número binario, cuya representación decimal corresponde a 150, esto se muestra en el Cuadro 2¹.

Cuadro 2. La regla 150: $10010110_2 = 150_{10}$

$r = 1, t - 1$	111	110	101	100	011	010	001	000
T	1	0	0	1	0	1	1	0

Esta regla, al igual que la regla 90, satisface una propiedad que resulta ser esencial para poder utilizar las técnicas algebraicas introducidas en [2]. Esta propiedad está basada en la siguiente

Definición 1. El principio de superposición aditiva dice que la configuración obtenida por la evolución para t pasos de tiempo a partir de una configuración inicial $A^{(0)}(x) + B^{(0)}(x)$ es idéntica a $A^{(t)}(x) + B^{(t)}(x)$ la cual es resultado de la evolución separada de $A^{(0)}(x)$ y $B^{(0)}(x)$.

En otras palabras si $T(x)$ representa la regla que rige al autómata celular, entonces la regla $T(x)$ es *aditiva* si satisface

$$T(x)(A^{(0)}(x) + B^{(0)}(x)) = T(x)A^{(0)}(x) + T(x)B^{(0)}(x) \quad [\text{Ec. 4}]$$

Este principio permite una descripción de la evolución de las configuraciones por medio de multiplicación de polinomios.

Se considerarán "polinomios" que contienen exponentes positivos y negativos. Por definición $H(x)$ es un *dipolinomio* si existe un entero m tal que $x^{(m)}H(x)$ es un polinomio ordinario de x . Los dipolinomios poseen propiedades de divisibilidad y de congruencia análoga a la de los polinomios ordinarios (véase [4] y Apéndice A.D de [3]).

La multiplicación de un polinomio característico $A(x)$ por $x^{\pm j}$, representa una configuración en que el valor de cada sitio se ha trasladado (movido) a un sitio j lugares a su derecha o izquierda, dependiendo si el signo es positivo o negativo, respectivamente.

De esta manera, la evolución que corresponde a la regla 150 mencionada anteriormente, se representa multiplicando al polinomio característico $A^{(0)}(x)$ por el dipolinomio

¹ Algunos trabajos previos relacionados con la Regla 150 son: (1) Espinoza Valdéz, A. (2002). Tesis de licenciatura en Matemáticas Aplicadas, UABC, *Autómatas Celulares: La regla 150*, noviembre. [En línea] Disponible en: <http://alvaro.uabc.googlepages.com/tesis_final.pdf>. (2) Álvarez Parrilla, A. y Espinoza Valdéz, A. "Autómatas Celulares: La regla 150", *Memorias de la XII Semana Regional de Investigación y Docencia en Matemáticas*, Universidad de Sonora, Hermosillo Sonora, México, pp. 1-9, marzo. [En línea] Disponible en: <<http://semana.mat.uson.mx/MemoriasXVII/portada.htm>>.

$$T(x) = x^{(-1)} + 1 + x \quad [\text{Ec. 5}]$$

y la correspondiente a la regla 90 mediante el dipolinomio

$$T(x) = x^{(-1)} + x \quad [\text{Ec. 6}]$$

Nótese que cualquier dipolinomio es congruente, módulo $x^{(N)} - 1$, a un polinomio de grado menor que N , por lo que la evolución de un autómata celular con N sitios y *con condiciones de frontera periódicas* se da mediante la multiplicación, módulo $(x^N - 1)$, del polinomio característico $A^{(t)}(x)$ por la regla $T(x)$.

Las propiedades globales de los autómatas celulares son entonces determinadas por las propiedades algebraicas de estos dipolinomios.

Así, la evolución del autómata celular sobre un anillo finito de 2 elementos con N sitios, y condiciones de frontera periódicas, toma una forma particularmente simple:

$$A^{(t+1)}(x) = T(x)A^{(t)}(x) \quad \text{mod } (x^{(N)} - 1), \quad [\text{Ec. 7}]$$

donde toda la aritmética en los coeficientes polinómicos se realiza en el módulo 2.

Un dipolinomio $A(x)$ divide a un dipolinomio $B(x)$ si existe un dipolinomio $C(x)$ tal que $B(x) = A(x)C(x)$. En particular el *máximo común divisor* de dos dipolinomios distintos de cero $A_1(x)$ y $A_2(x)$ se define como el polinomio ordinario que es el máximo común divisor MCD $(A_1^*(x), A_2^*(x))$, donde $A_i^*(x) = x^{m_i} A_i(x)$ son escogidos de tal manera que $A_i^*(x)$ son polinomios ordinarios con término no constante distinto de cero.

3. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos al realizar un estudio de la regla 150 de acuerdo al procedimiento algebraico con que se analizó la regla 90. [3] Cabe aclarar que algunas de las demostraciones son muy parecidas a las que aparecen en [3], sin embargo existen pequeñas diferencias que son intrínsecas a la regla 150, por lo cual optamos por reproducir la mayoría de ellas.

3.1. Configuraciones alcanzables: sucesores y predecesores

En esta sección mostramos condiciones que indican si una configuración específica es alcanzable o no. En particular, mostramos condiciones que nos indican cuáles configuraciones son predecesoras y sucesoras de otras.

Teorema 1. Una configuración $A(x)$ es alcanzable en una evolución de un autómata celular de tamaño N , descrito por $T(x)$, si y sólo si $A(x)$ es divisible por $\Lambda_1(x) = \text{MCD}(x^N - 1, T(x))$.

La prueba de este teorema se puede encontrar como en [3] (Lema 4.4 de dicha referencia).

Proposición 1. Considérese el caso de la regla 150, esto es $T(x) = x + 1 + x^{-1}$, entonces

$$\Lambda_1(x) = \text{MCD}(x^N - 1, T(x)) = \begin{cases} x^2 + x + 1 = T^*(x) & \text{si } N = 3l \\ 1 & \text{si } N \neq 3l \end{cases}$$

Prueba. Primero nótese que $T^*(x) = xT(x) = x^2 + x + 1$. Entonces por la definición de máximo común divisor para dipolinomios, se tiene que $\text{MCD}(x^N - 1, T(x)) = \text{MCD}(x^N - 1, T^*(x))$.

Sea $P(x)$ un polinomio tal que $P(x)|_{x^N - 1}$ y $P(x)|_{x^2 + x + 1}$ entonces existen $Q(x)$ y $H(x)$ tales que $P(x)Q(x) = x^N - 1$ y $P(x)H(x) = x^2 + x + 1$.

Para que $P(x)$ divida a $x^2 + x + 1$ es necesario que $P(x) = ax^2 + bx + c$, donde a , b y c son constantes y solamente pueden tomar los valores 0 o 1. Sustituyendo $P(x) = ax^2 + bx + c$, obtenemos que:

$$ax^2 + bx + cH(x) = x^2 + x + 1,$$

de donde se aprecia que $P(x) = x^2 + x + 1$ con $H(x) = 1$, o $P(x) = 1$ con $H(x) = x^2 + x + 1$.

Ahora consideremos la condición $P(x)Q(x) = x^N - 1$.

Para el caso $N = 3l$, notemos primero que

$$x^{(N)} - 1 = \sum_{i=0}^{N-1} x^i (x-1) = \sum_{i=0}^{N-1} x^{i+1} - \sum_{i=0}^{N-1} x^i$$

de modo que si

$$Q(x) = \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{N-(3i+2)} - \sum_{i=1}^{N-1} x^{N-3i}$$

se aprecia que

$$Q(x)(x^2 + x + 1) = x^N - 1$$

Por lo que se concluye que $P(x) = x^2 + x + 1$.

En el caso de que $N \neq 3l$, nótese que

$$x^{(N)} - 1 = \prod_{\substack{d|N \\ d \neq N}} \Phi_d(x),$$

donde $\Phi_d(x)$ es el polinomio ciclotómico de orden d .

Enumerando los primeros polinomios ciclotómicos:

$$\begin{aligned}\Phi_1(x) &= x-1 \\ \Phi_2(x) &= x+1 \\ \Phi_3(x) &= x^2+x+1 \\ \Phi_4(x) &= x^2+1 \\ \Phi_5(x) &= x^4+x^3+x^2+x+1 \\ \Phi_6(x) &= x^2+x+1\end{aligned}$$

se tiene que $\Phi_d(x)$ es un polinomio mónico con coeficientes enteros para d/N , $d \neq N$. De modo que si $N \neq 3l$ ningún $\Phi_d(x) = x^2+x+1$, o sea $x^{N-1} \equiv (x^2+x+1)Q(x)$, por lo que $P(x)=1$.

Se concluye de la proposición anterior que si $N \neq 3l$ todas las 2^N configuraciones son alcanzables y si $N=3l$, $A(x)$ es alcanzable si y sólo si $x^2+x+1|A(x)$. Esto en contraste con lo que ocurre con la regla 90, donde se tiene que si N es par, $\frac{3}{4}$ de todas las configuraciones posibles no son alcanzables; y si N es impar exactamente la mitad de todas las configuraciones posibles son alcanzables.

Corolario 1. Para $N \neq 3l$ todas las 2^N configuraciones son alcanzables y si $N=3l$, $A(x)$ es alcanzable si y sólo si $x^2+x+1|A(x)$.

Teorema 2. Al contrario de los autómatas celulares de la regla 90, en la evolución de los definidos por la regla 150 si pueden generarse configuraciones que contienen un número impar de sitios con valor uno y no sólo pueden ocurrir como condiciones iniciales.

Prueba. Sea $A^0(x)=1$ la configuración inicial, que tiene como sucesor la configuración:

$$\begin{aligned}A^1(x) &= T(x)A^0(x) \\ &= (x+1+x^{-1})1 \\ &= 1+x+x^{N-1}, \quad \text{mod } (x^N-1).\end{aligned}$$

Para $N=1$, $A^1(x)=1 \pmod{2}$; para $N=2$, $A^1(x)=1 \pmod{2}$ y para $N>2$, $A^1(x)=1+x+x^{N-1} \pmod{2}$.

Como se puede observar, en la evolución del autómata celular sí se generan sitios impares con valor uno.

Lema 1. Dos configuraciones $A^0(x)=1$ y $B^0(x)=1$ evolucionan a una misma configuración $C(x) \equiv T(x)A^0(x) \equiv T(x)B^0(x)$ después de un paso de tiempo en la evolución del autómata celular si y sólo si $A^0(x) \equiv B^0(x) + Q(x)$, donde $T(x)Q(x)=0$.

Prueba. Sean $A^0(x)$ y $B^0(x)$ dos configuraciones cualesquiera, se dice que

$$T(x)A^0(x) \equiv T(x)B^0(x)$$

si y sólo si $A^0(x)=B^0(x)+Q(x)$, donde $T(x)Q(x)=0$.

Sea $A^0(x)=B^0(x)+Q(x)$, si multiplicamos por $T(x)$, entonces $T(x)A^0(x)\equiv T(x)B^0(x)+T(x)Q(x)$, y puesto que $T(x)Q(x)=0$, entonces $T(x)A^0(x)\equiv T(x)B^0(x)$.

Supóngase que $A^0(x)=B^0(x)+Q(x)$, con $T(x)Q(x)\neq 0$, entonces $T(x)A^0(x)\equiv T(x)B^0(x)+T(x)Q(x)$, $T(x)A^0(x)\equiv T(x)B^0(x)+T(x)Q(x) \pmod{(x^N-1)}$; para que evolucionen a la misma configuración $T(x)Q(x)=0$, lo cual implica una contradicción debido a que por construcción $T(x)Q(x)\neq 0$, por lo tanto la otra mitad del lema queda probada.

Este lema da la posibilidad de reconocer cuándo es que dos configuraciones tienen el mismo sucesor. Lo que da pie para obtener el siguiente

Teorema 3. Las configuraciones en el autómata celular que tienen por lo menos un predecesor, tienen un predecesor exactamente para $N\neq 3l$ y exactamente cuatro para $N=3l$.

Prueba. En este teorema se hace uso del lema anterior, se demuestra que $Q(x)$ evoluciona a la configuración nula después de un paso de tiempo.

Sea $Q(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$, con $n=N-1$.

Se requiere un $Q(x)$ tal que $T(x)Q(x)=0$, de manera que sustituyendo se obtiene

$$(x+1+x^{-1})(a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n)=0$$

entonces

$$(a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^{n+1})+a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n+a_0x^{-1}+a_1+a_2x+\dots+a_nx^{n-1}=0,$$

Agrupando términos:

$$a_n+a_0+a_1x(a_0+a_1+a_2)+x^2(a_1+a_2+a_3)+\dots+x^{n-1}(a_{n-2}+a_{n-1}+a_n)+x^n(a_{n-1}+a_n+a_0)=0 \pmod{(x^N-1)}.$$

Para que se pueda cumplir la igualdad se tiene que cumplir que los coeficientes sean igual a cero, esto es:

$$\begin{aligned} a_n+a_0+a_1 &= 0 \\ a_0+a_1+a_2 &= 0 \\ a_1+a_2+a_3 &= 0 \\ &\vdots \\ a_{i-1}+a_i+a_{i+1} &= 0 \\ &\vdots \\ a_{n-2}+a_{n-1}+a_n &= 0 \\ a_{n-1}+a_n+a_0 &= 0 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la relación general determina todos los coeficientes, en términos de a_0 y a_1 ; donde a_0 y a_1 pueden tomar el valor de 0 o 1. Al examinar las posibles combinaciones se obtienen las siguientes relaciones de recurrencia:

$$\begin{array}{ll} a_i = a_{i-2} + a_{i-1} & a_n = a_0 + a_1 \\ a_{n-1} = a_n + a_0 & a_{3i} = a_0 \\ a_{3i+1} = a_1 & a_{3i+2} = a_2 \end{array}$$

de donde se observan cuatro casos:

- 1) $a_0 = a_1 = 0$, entonces $a_i = 0$, para todo i .
- 2) $a_0 = a_1 = 1$, entonces $a_n = 0$, para $n = 2 + 3i$.
- 3) $a_0 = 1$, $a_1 = 1$, entonces $a_n = 1$, para $n = 2 + 3i$.
- 4) $a_1 = 1$, $a_0 = 0$, entonces $a_n = 1$, para $n = 2 + 3i$.

Nótese que los casos 2, 3 y 4 son válidos para $n = 2 + 3i$, pero inicialmente se consideró que $n = N - 1$, entonces el resultado es válido siempre y cuando $N = 3l$. De manera que se puede concluir que si $N \neq 3l$ sólo la configuración nula tiene esta propiedad y si $N = 3l$ son cuatro las posibles formas de $Q(x)$:

$$\begin{array}{l} 1) \quad \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{3i+1} + \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{3i} \\ 2) \quad \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{3i+2} + \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{3i+1} \\ 3) \quad \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{3i+2} + \sum_{i=0}^{\frac{N}{3}} x^{3i} \\ 4) \quad 0. \end{array}$$

Al aplicarle la regla 150 a cualquiera de las configuraciones anteriores, se obtiene la configuración nula.

Analizando un poco este lema es posible darse cuenta de que la configuración nula tiene cuatro posibles predecesores para $N = 3l$, mientras que para $N \neq 3l$ sólo existe una.

Los puntos fijos para la regla 90, en este caso son predecesores para $N = 3l$.

Corolario 2. Para $N \neq 3l$, el único predecesor de la configuración nula es ella misma.

Obsérvese que conforme transcurra el tiempo siempre se entra en un ciclo con la configuración inicial dada.

Teorema 4. No se puede obtener la configuración nula después de un paso de tiempo, para cualquier configuración inicial con un solo sitio con valor 1 en cualquiera de sus sitios.

Prueba. Debido a la homogeneidad es suficiente probar que la configuración inicial $A^0(x)=1$ no es predecesor de la configuración nula para todo $N>0$.

Para $N=1$, se tiene que

$T(x)A^0(x)=x+1-x^{-1}=3 \pmod{(x^1-1)}$, pero recordando que se está trabajando sobre el campo Z_2 entonces $T(x)A^0(x)=1$.

Para $N=2$, se tiene que

$T(x)A^0(x)=x+1-x^{-1}=2x+1 \pmod{(x^2-1)}$, de manera que de nueva cuenta aplicando aritmética al módulo 2 se obtiene $T(x)A^0(x)=1$.

Para $N=3$, se tiene que

$$T(x)A^0(x)=x+1-x^{-1}=1+x+x^2 \pmod{(x^3-1)}.$$

Para $N>3$, se tiene que

$$T(x)A^0(x)=x+1-x^{-1}=1+x+x^{N-1} \pmod{(x^N-1)}.$$

3.2. Ciclos límite

En esta sección se muestran algunas condiciones bajo las cuales el autómata celular llega a ciclos límite en su evolución, así como una caracterización bastante completa de cuáles son estos posibles ciclos límite.

Una manera de visualizar la evolución de un autómata celular es considerando el diagrama de transición de estados (configuraciones). Éste es un grafo (o gráfica) donde cada nodo representa una de las 2^N configuraciones posibles y las aristas dirigidas

indican si es posible pasar de una configuración a otra en un paso de tiempo. Es conveniente notar que cada configuración tiene un solo sucesor, sin embargo, puede darse el caso en que algunas configuraciones tengan varios predecesores, lo que indica que en estos casos el autómata no es reversible. A los predecesores de una configuración que se encuentra en un ciclo límite, y que no sean parte del ciclo límite, les llamaremos *árbol arraigado* a dicha configuración o nodo.

Lema 2. Todos los árboles arraigados a los nodos en todos los ciclos del gráfico de transición de estados para el autómata celular definido por la regla 150 son idénticos.

Prueba. Este resultado se demuestra mostrando que el árbol arraigado a cualquier nodo de cualquier ciclo, es idéntico al árbol arraigado a la configuración nula.

Sea $A(x)$ una configuración que evoluciona exactamente a la configuración nula después de t pasos de tiempo, de manera que

$$T(x)^t A(x)=0 \pmod{(x^N-1)}.$$

Sea $R(x)$ una configuración en un ciclo y $R^{-t}(x)$ otra configuración en el mismo ciclo tal que

$$T(x)^t R^{-t}(x)=R(x) \pmod{(x^N-1)}.$$

Sea $\Psi_{R(x)}[A(x)]=A(x)+R^{-t}(x)$ entonces $\Psi_{R(x)}:A(x) \mapsto A(x)+R^{-t}(x)$. Después de t pasos de tiempo en la configuración $\Psi_{R(x)}$, obtenemos

$$T(x)^t \Psi_{R(x)}[A(x)] = T(x)^t A(x) + T(x)^t R^{-t}(x) = R(x) \pmod{(x^N - 1)},$$

y está claro que todas las configuraciones $\Psi_{R(x)}[A(x)]$ evolucionan después de t pasos de tiempo a $R(x)$.

Para mostrar que estas configuraciones quedan en un árbol arraigado a $R(x)$, uno debe mostrar que su evolución no alcanza ninguna otra configuración del ciclo para cualquier $b < t$.

Asumamos que es falsa esta suposición. Para que exista algún $m \neq 0$ tal que

$$T(x)^t \Psi_{R(x)}[A(x)] = T(x)^b A(x) + T(x)^b R^{-b}(x) = R^{-m}(x)$$

es necesario que $R^{-m}(x) = T(x)^b A(x) + R(x)^b R^{-b}(x) R^{-m}(x)$. Sea $t = m + b$ entonces $R^{-m}(x) = T(x)^b A(x) + R^{(b-t)}(x)$.

Subsecuentemente $T(x)^t A(x) = 0 \pmod{(x^N - 1)}$, esto implicaría que $R^{-m}(x) = R^{(b-t)}(x)$. Pero $R^{-m}(x) - R^{(b-t)}(x) = T(x)^t A(x)$, y por la construcción $T(x)^t A(x) \neq 0$ para cualquier $b < t$, obteniéndose una contradicción. De manera que en la evolución no se alcanza ninguna otra configuración del ciclo para cualquier $b < t$.

Sean $A(x)$ y $B(x)$ dos polinomios, $\Psi_{R(x)}[A(x)] = A(x) + R^{-t}(x)$ y $\Psi_{R(x)}[B(x)] = B(x) + R^{-t}(x)$, donde después de t pasos de tiempo, $\Psi_{R(x)}[A(x)] = \Psi_{R(x)}[B(x)]$ entonces $A(x) + R^{-t}(x) = B(x) + R^{-t}(x)$ de lo cual se obtiene que $A(x) = B(x)$, por tanto $\Psi_{R(x)}$ es uno a uno.

Finalmente si $T(x)A^0(x) = A^1(x)$, entonces $T(x)\Psi_{R(x)}[A^0(x)] = \Psi_{R(x)}[A^1(x)]$, lo cual se sigue inmediatamente de la definición de Ψ . Así Ψ es un isomorfismo, por lo que los árboles arraigados en todas las configuraciones son isomorfas al árbol arraigado que contiene la configuración nula.

Este resultado indica varias cosas entre las que destacan: en la evolución de un autómata celular bajo la regla 150 se tiene siempre una etapa de transición para luego llegar a un ciclo de configuraciones que se repiten. Además, el número de predecesores de una configuración que se encuentre en un ciclo, y que no sean elementos del ciclo, siempre es el mismo.

Un punto fijo es un ciclo de longitud uno. Entonces se obtiene el siguiente

Teorema 5. Para un autómata celular definido con la regla 150, para $N \neq 2l$ existen exactamente dos puntos fijos distintos y para $N = 2l$ exactamente cuatro puntos fijos distintos.

Prueba. Sea $A^0(x)$ un punto fijo, esto significa que $T(x)A^0(x) = A^0(x)$. Para demostrar cuáles son los únicos puntos fijos realizamos lo siguiente:

Sea $A^0(x) = a_0 + a_1(x) + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$, con

$n = N - 1$, un punto fijo, entonces

$$T(x)A^0(x)=A^0(x) \cdot$$

Sustituyendo se obtiene:

$$(x+1+x^{-1})(a_0+a_1(x)+a_2x^2+\dots+a_nx^n)=a_0+a_1(x)+a_2x^2+\dots+a_nx^n$$

entonces

$$\begin{aligned} a_0x+a_1x^2+a_2x^3+\dots+a_nx^{n-1}+a_0+a_1x \\ a_2x^2+\dots+a_nx^n+a_0x^{-1}+a_1+a_2x+\dots+ \\ a_nx^{n-1}=a_0+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n, \end{aligned}$$

Agrupando términos, se obtiene:

$$\begin{aligned} a_nx+a_0+a_1x(a_0+a_1+a_2)+x^2(a_1+a_2+a_3)+ \\ \dots+x^{n-1}(a_{n-2}+a_{n-1}+a_n)+x^n(a_{n-1}+a_n+a_0)= \\ a_0x+a_1x+a_2x^2+\dots+a_nx^n \quad \text{mod } (x^N-1). \end{aligned}$$

Para que se pueda cumplir la igualdad se tiene, las relaciones entre los coeficientes, igualando término a término se ve que

$$\begin{aligned} a_0 &= a_2 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ a_{i-1} &= a_{i+1} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ a_{n-1} &= a_0 \\ a_n &= a_1. \end{aligned}$$

Recordando que estamos trabajando en \mathbb{Z}_2 , entonces los valores de los coeficientes sólo pueden ser 0 o 1. Por lo tanto, al realizar las posibles combinaciones se tienen cuatro casos:

1. 00000 \dots , para todo i .
2. 11111 \dots , para todo i .
3. 101010 \dots , para $n=2i-1$.
4. 010101 \dots , para para $n=2i-1$.

Nótese que los casos 3 y 4 se cumplen solamente para $n=2i-1$, recordando que inicialmente dijimos que $n=N-1$, obtenemos que en realidad son válidos para $N=2l$.

Si $N \neq 2l$, los dos únicos puntos fijos distintos son las configuraciones 00000 y 11111 \dots , con demostración trivial. Para $N=2l$ los únicos puntos fijos distintos son las configuraciones 00000 \dots , 11111 \dots , 101010 \dots , y 010101 \dots .

Al aplicar la regla 150 a estas configuraciones inmediatamente puede observarse que se preserva la misma estructura del autómata celular conforme transcurre el tiempo.

Lema 3. Las longitudes de cada ciclo, de un autómata celular de tamaño N definido por la regla 150, divide la longitud \prod_N del ciclo obtenido con una configuración inicial que contiene un solo sitio con valor uno.

Prueba. Sea \prod_N como en el enunciado. Sea $A^0(x)=a_0+a_1(x)+a_2x^2+\dots+a_nx^n$ la configuración inicial, con $n=N-1$. Para obtener la longitud de ciclo de esta configuración en la evolución del autómata celular, podemos hacer una superposición de la configuración con un solo sitio con valor uno.

Se sabe que $0 \leq \prod_B \leq \prod_N$, donde \prod_B es la configuración con un solo sitio con valor uno. Ahora bien supóngase que \prod_B no divide a \prod_N , entonces $\prod_B > 1$. Si \prod_B no divide a \prod_N , entonces después de \prod_N pasos de tiempo en la evolución del autómata celular se llega a la conclusión de que todas las configuraciones en el ciclo son iguales, teniendo así un ciclo de longitud uno, de lo que se concluye que $\prod_B = 1$. Por lo tanto la suposición de que \prod_B no divide a \prod_N es incorrecta.

Cuando se generen las configuraciones de los *puntos fijos*, en la evolución del autómata celular, éstos son los únicos que tienen longitud igual a uno.

Teorema 6. Para un autómata celular definido con la regla 150, con $N=3 \cdot 2^j$, la longitud del ciclo obtenida a partir de la configuración $(1+x^{2^j})$ es 1.

Prueba. En este caso se evoluciona finalmente a un punto fijo que consiste en una configuración nula.

Primero nótese que: $(x+1+x^{-1})^{3 \cdot 2^j} (1+x^{2^j}) = [(x+1-x^{-1})^{2^j}]^3 (1+x^{2^j})$. Se sabe que $(x+1+x^{-1})^{2^j} = x^{2^j} + 1 + x^{2^j} \pmod{2}$, ya que $(a \pm b)^{p^n} = a^{p^n} \pm b^{p^n} \pmod{p}$, $n \geq 0$, donde a y $b \in \mathbb{Z}_p$, $p = \text{primo}$. Entonces $[x^{2^j} + 1 + x^{-2^j}]^3 (1+x^{2^j}) = 0 \pmod{2}$.

Por lo tanto, para un autómata celular definido por la regla 150, de tamaño $N=3 \cdot 2^j$, y con configuración inicial $(1+x^{2^j})$, esta evoluciona después de N pasos de tiempo a la configuración nula.

Teorema 7. Dada una configuración inicial cualquiera para $N=2^j$, después de 2^{j-1} pasos de tiempo se vuelve a obtener la configuración inicial.

Prueba. Sea $A^0(x)=1$ la configuración inicial. Sustituyendo el valor de $A^0(x)$ y aplicando la regla 2^{j-1} veces, se obtiene lo siguiente: $T(x)^N \cdot A^0(x) = (x+1+x^{-1})^{2^{j-1}} (1)$. Entonces

$$\begin{aligned} (x^{2^{j-1}} + 1 + x^{-2^{j-1}})(1) &= (x^{2^{j-1}} + 1 + x^{-2^{j-1}}) \\ &= 1 + 2x^{2^{j-1}} \pmod{(x^{2^j} - 1)} \\ &= 1 \pmod{2}. \end{aligned}$$

Por la propiedad de aditividad, cualquier configuración puede considerarse como una superposición de configuraciones inicial con un solo sitio diferente de cero, por lo tanto este resultado es válido para cualquier configuración inicial.

Por lo que, dada la configuración inicial, después de 2^{j-1} pasos de tiempo se está en un ciclo repetitivo conforme transcurra el tiempo.

También es importante notar que la longitud de cualquier ciclo divide a 2^{j-1} , por lo tanto $\prod_N |2^{j-1}|$.

Corolario 3. Nunca puede generarse la configuración nula en la evolución del autómata celular para $N=2^j$ y sólo puede ocurrir como condición inicial.

Se sabe que para $N=2^j$ uno de los predecesores es la configuración nula y que el único predecesor de la configuración nula es ella misma. Por lo tanto si el único predecesor de la configuración nula es ella misma, entonces en la evolución del autómata celular no se puede generar ésta y sólo puede ocurrir como configuración inicial. Sucede lo mismo para la configuración 1111 . .

Un *ciclo puro* es aquel en el cual la \prod_N del ciclo de autómatas celulares es uno. Así, debido al lema 2, la configuración nula $A(x)$ entra a un ciclo puro si el árbol arraigado que la genera es nulo.

Corolario 4. Para un autómata celular que evoluciona en base a la regla 150, con $N=2^j$ todos los ciclos son ciclos puros.

4. Conclusiones

Se puede observar que existe una gran diferencia en cómo se alcanzan ciertas configuraciones en la evolución del autómata celular entre la regla 150 y la regla 90. Para el caso de la regla 150 si $N \neq 3l$ todas las 2^N configuraciones son alcanzables y si $N=3l$, la configuración $A(x)$ es alcanzable si y sólo si $x^2+x+1|A(x)$. Esto en contraste con lo que ocurre con la regla 90, donde se tiene que si N es par sólo $\frac{1}{4}$ de todas las

configuraciones posibles son alcanzables; y si N es impar exactamente la mitad de todas las configuraciones son alcanzables.[3] En la evolución de los autómatas celulares definidos en base a la regla 150 sí pueden generarse configuraciones que contengan un número impar de sitios con valor uno y no sólo pueden ocurrir como condiciones iniciales, como sucede para la regla 90 [3]. En la regla 150 puede reconocerse cuándo es que dos configuraciones tienen el mismo sucesor. Esto da pie para obtener los predecesores de la regla y así saber que existe exactamente un predecesor cuando $N \neq 3l$ y cuatro cuando $N=3l$. Mientras que para la regla 90 existen exactamente dos predecesores cuando N es impar y cuatro cuando N es par [3]. Cabe mencionar que el único predecesor cuando $N \neq 3l$ para la regla 150, es la configuración nula y que el predecesor de ésta, es ella misma. Al realizar este estudio puede observarse que los puntos fijos para la regla 90, en el caso de la regla 150, son predecesores para $N=3l$.

Una ventaja de estudiar autómatas celulares, es que tienen representaciones gráficas y algebraicas, lo que permite demostrar y entender mejor lo que sucede. En la evolución de un autómata celular bajo la regla 150 se tiene siempre una etapa de transientes para luego llegar a un ciclo de configuraciones que se repiten. Además, el número de

predecesores de una configuración que se encuentre en un ciclo, y que no sean elementos del ciclo, siempre es el mismo.

Para un autómata celular definido con la regla 150, para $N \neq 2^j$ existen exactamente dos puntos fijos distintos y para $N=2^j$ exactamente cuatro puntos fijos distintos. Las longitudes de todos los ciclos de un autómata celular de tamaño N definido por la regla 150 divide a \prod_N , la longitud del ciclo obtenido con una configuración inicial que contiene un solo sitio con valor uno. Para un autómata celular definido con la regla 150, para $N=3 \cdot 2^j$, la longitud del ciclo obtenida a partir de la configuración inicial $(1+x^{2^j})$ es 1, i.e., después de N pasos de tiempo evoluciona a la configuración nula. En el caso en que $N=2^j$ dada la configuración inicial, después de 2^{j-1} pasos de tiempo se llega a un ciclo repetitivo, y es importante mencionar que la longitud de cualquier ciclo divide a 2^{j-1} , por lo tanto $\prod_N | 2^{j-1}$.

No se puede obtener la configuración nula después de un paso de tiempo, para cualquier configuración inicial con un solo sitio con valor 1 (y los demás con valor 0). Se sabe que para $N=2^j$ uno de los predecesores es la configuración nula y que el único predecesor de la configuración nula es ella misma. Por lo tanto si el único predecesor de la configuración nula es ella misma, entonces en la evolución del autómata celular no se puede generar ésta y sólo puede ocurrir como configuración inicial. Sucede lo mismo para la configuración 1111.

En conclusión, se utilizó un formalismo apropiado para estudiar la evolución de autómatas celulares unidimensionales sobre Z_2 con condiciones de frontera periódicas. Los resultados muestran diferencias cualitativas a pesar de que tanto la regla 90 como la regla 150 son aditivas.

5. Referencias

- [1] Granville, A. (1992). Zaphod Beeblebrox's brain and the fifty-ninth row of Pascal's Triangle. *American Mathematical Monthly*, no. 99, pp. 318-331.
- [2] Wolfram, S. (1984). Geometry of binomial coefficients. *American Mathematica Monthly*, no. 91, pp. 566-571.
- [3] Martin, O.; Odlyzko, A. M. & Wolfram, S. (1984). Algebraic Properties of Cellular Automata. *Communications in Mathematical Physics*, no. 93, pp. 219-258, March.

6. Bibliografía

- Mac Williams, F. J. & Sloane, N. J. A. (1977). *The theory of error-correcting codes*. North-Holland, Amsterdam.
- Moore, E. F. (1962). Machine models of self-reproduction. In *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics*. vol. 14, no. 17 reprinted in: Burks, A. W. (1966). *Essays on cellular automata*, University of Illinois Press.
- Packard, N. H. and Wolfram, S. (1985). Two-dimensional cellular automata. *Journal of Statistical Physics*, Piscataway, USA: Springer Netherlands, vol. 38, no. 5/6, pp. 901-946, March.
- Pines, D. (1988). Emerging syntheses in science. In *Proceedings of the Founding Workshops of the Santa Fe Institute*, Santa Fe, Nuevo México: Addison Wesley, 237 pp.
- Wolfram, S. (1986). Theory and Applications of Cellular Automata. *World Scientific*, Singapore: Advanced Series on Complex Systems.
- Wolfram, S. (1984). Universality and Complexity in Cellular Automata. *Physica D*, no. 10, pp. 1-35, January.

Nuevas técnicas para el sistema de control de un receptor multirresolutivo de DS-SS CDMA¹

Clàudia Mateo Segura¹ y Rosa Maria Alsina Pages²,
Grupo de Investigación en Procesado Multimodal (GPMM),
Enginyeria i Arquitectura La Salle,
Universitat Ramon Llull, Barcelona, España
E-mail: cmateo@salle.URL.edu / ralcina@salle.URL.edu

Recibido: Febrero 20, 2008. Aceptado: Junio 25, 2008

RESUMEN

Este trabajo nace de la necesidad de encontrar nuevas soluciones para la etapa de control de un receptor multirresolutivo de espectro ensanchado de secuencia directa (DS-SS) que trabaja en un entorno multiusuario (CDMA) sobre canal ionosférico. El canal ionosférico presenta unas características inherentes a su naturaleza que provocan que las comunicaciones vía ionosférica sean complicadas por lo que a estabilidad y robustez se refieren. La finalidad de este trabajo es presentar el uso de un sistema de control específico para el receptor multirresolutivo, que puede aumentar su fiabilidad de demodulación, dotándolo de herramientas para discriminar las situaciones favorables de las críticas y haciendo predicciones sobre la bondad de los datos demodulados. Por lo tanto el receptor será capaz de dar mejores resultados en términos de BER (*bit error rate*) para entornos con SNR cambiante y entornos multiusuario.

Palabras clave: sistema de control, receptor multirresolutivo, control inteligente, redes neuronales, fuzzy logic.

ABSTRACT

In this work, new proposals for the control stage of a direct sequence spread spectrum (DS-SS) receptor in multiuser time - varying environments (CDMA) are presented. Fine variant channels present some inherent features which difficult communications in terms of robustness and stability. In this paper, the use of specific controllers for the multi-resoluteness receptor is proposed, rather than using general schemas. Specific controllers increase demodulation reliability, giving the receptor some tools to discriminate favourable situations from critical ones, and moreover, making predictions about the goodness of the demodulated data. The aim of using new controller stages is to provide better results in terms of BER (*bit error rate*) in multiuser time-varying environments.

Key Words: control system, multi-resolutive receptor, intelligent control, neuronal networks, fuzzy logic.

1. Introducción

La etapa de adquisición es una de las fases más sensibles en un receptor de espectro ensanchado de secuencia directa (DS-SS) [1,2]. Existen diferentes esquemas para lidiar

¹ Trabajo ganador de la Medalla "Hno. Salvador González 2008", Nivel: Licenciatura, Categoría: Avanzada, Área: Ingeniería y Tecnología, XV Jornadas de Investigación, Universidad La Salle, Mayo 2008.

con este problema, como son la búsqueda serie y los algoritmos paralelos. Los algoritmos de búsqueda serie requieren una coste computacional baja pero su velocidad de convergencia es lenta. Por otro lado, los sistemas paralelos tienen una convergencia rápida pero requieren una carga computacional elevada. Como compromiso, en este trabajo se usa la estructura multiresolutiva, que aúna una carga computacional baja y una velocidad de convergencia alta, presentada en [3].

Sin embargo, es importante diseñar adecuadamente la etapa de control ya que supone un factor clave en el comportamiento global del sistema. Esto llega a ser todavía más crucial cuando se trabaja en canales variantes en el tiempo, donde la relación señal a ruido (SNR) no es constante. Diversos factores contribuyen al comportamiento del sistema de adquisición [4]: la incertidumbre sobre la fase del código, la distorsión del canal y sus variaciones, el ruido y la interferencia, y la aleatoriedad de los datos. Por lo tanto, el uso de herramientas avanzadas como la lógica difusa [5] o las redes neuronales [6] deberían usarse para solventar la compleja estimación de la posición de adquisición. El estimador basado en lógica difusa usado en este trabajo se presentó en [7]. Además, se ha usado para controlar un algoritmo de búsqueda serie y una estructura multiresolutiva [8,9]. En trabajos previos de investigación se puso énfasis en el desarrollo de sistemas de adquisición para canales no selectivos en frecuencia con variaciones rápidas de la SNR [3,10]. En este trabajo se presenta una nueva propuesta para el sistema de adquisición usando redes neuronales, mejorando así investigaciones previas realizadas en este campo [3,8].

Este artículo se estructura de la manera siguiente: primero, en el apartado 2 se marcarán los objetivos. En la sección 3, se hace un pequeño resumen de los conceptos básicos de espectro ensanchado y de la estrategia de adquisición multiresolutiva. El estimador basado en lógica difusa y el basado en redes neuronales, diseñados para la etapa de adquisición, se presentan en el apartado 4. En el apartado 5 se muestran algunos de los resultados obtenidos en relación con la fiabilidad de la estimación para la adquisición y para la SNR en canales con variaciones rápidas de la SNR. Las valoraciones sobre los resultados y sobre las líneas de futuro se detallan en la sección 6, de conclusiones.

2. Objetivos

La idea básica de este trabajo es demostrar cómo un sistema de control inteligente puede mejorar el comportamiento de un receptor de DS-SS. Para poder responder esta pregunta, tenemos que conocer en qué ámbito trabajamos, cuáles son sus características y estudiar cuáles son las posibles soluciones que se nos plantean.

Por lo que respecta al ámbito de trabajo, estudiaremos las características de las señales de espectro ensanchado de secuencia directa, su aplicación en entornos multiusuario y veremos en detalle el funcionamiento de uno de los receptores que actualmente da mejores resultados: el multiresolutivo.

En relación con las alternativas planteadas, veremos cómo funcionan diferentes sistemas de control no lineal. A continuación utilizaremos estos esquemas sobre el receptor multiresolutivo, proponiendo alternativas y diseños nuevos.

Una vez que nos hayamos situado en el entorno de trabajo y hayamos planteado las diferentes soluciones que tenemos al alcance, será el momento de probar el comportamiento de estos controladores. Finalmente, extraeremos conclusiones sobre si el hecho de utilizar un sistema de control más complejo del que ya estaba implementado, nos aportaría mejoras al comportamiento global del receptor.

Por lo tanto, al finalizar este trabajo deberíamos ser capaces de valorar si podemos mejorar los resultados del receptor multiresolutivo incorporando un sistema de control

específico de diseño innovador, dando como evidencia pruebas en diferentes entornos contrastadas con el comportamiento de un controlador que actúe como referencia.

3. Marco teórico y estado del arte

En primer lugar se presentará el sistema de transmisión de información que se utiliza en el trabajo, que es el espectro ensanchado. Acto seguido, se hablará del sistema de adquisición utilizado, y que requiere del sistema de control que se ha diseñado. Finalmente, se desarrollará un breve resumen de la teoría de controladores que se utilizan, desde el controlador lineal por estabilidad usado, hasta un breve resumen de los métodos de lógica difusa y redes neuronales.

3.1. El espectro ensanchado

En este punto se comentan las bases del espectro ensanchado², cuáles son sus características, sus ventajas y sus inconvenientes, así como sus aplicaciones más usuales.

3.1.1. Conceptos generales

Los sistemas de espectro ensanchado se caracterizan porque utilizan un ancho de banda muy superior al que estrictamente se necesitaría para enviar la información a la velocidad deseada. Para conseguir este ensanchamiento se utilizan códigos que son independientes de la información a enviar. Estos códigos se conocen con el nombre de secuencias seudo aleatorias o secuencias PN, están formadas por un conjunto de pulsos binarios llamados chips de amplitud $+1/-1$. Se llaman de esta manera ya que sus características de auto correlación dentro de un periodo básico son muy similares a las del ruido gaussiano. [1,11]

En función de cómo utilicemos estos códigos para modular nuestra señal tendremos diferentes tipos de espectro ensanchado: [2,12]

- **Señales de secuencia directa (DS-SS):** se utiliza una secuencia PN para modular directamente los bits a enviar. Ver figura 1.

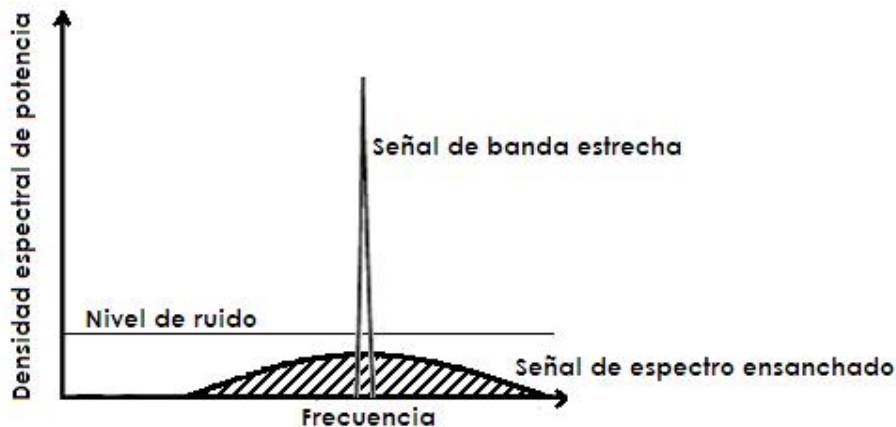


Figura 1. Comparación del espectro ocupado por una señal SS y una señal modulada de banda estrecha.

- **Señales de salto frecuencial (FH-SS):** la secuencia PN determina los intervalos de frecuencias donde se transmite la señal. Ver figura 2.

² Espectro ensanchado es la traducción para *Spread Spectrum*.

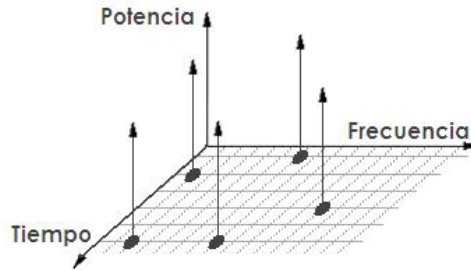


Fig. 2. Representación de una señal modulada con salto frecuencial.

- **Señales de salto temporal (TH-SS):** la secuencia PN determina los instantes temporales donde se transmite la señal. Ver figura 3.

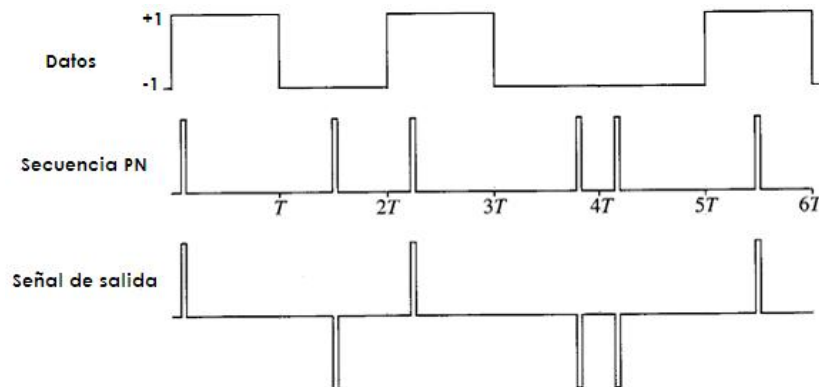


Fig. 3. Filosofía de funcionamiento de las señales de salto temporal.

3.1.2. Características del espectro ensanchado

El uso del espectro ensanchado reporta diversas ventajas, entre ellas cabe citar la robustez a las interferencias y la mejora de la SNR. En recepción se tiene la señal de interés juntamente con una interferencia de banda estrecha y de gran potencia. El hecho que la señal interferente no esté codificada con la secuencia PN, provoca que cuando se desensancha la información deseada mediante esta secuencia, la interferencia quede ensanchada. Por lo tanto, si se aplica un filtro paso banda para quedarse con la información, sólo interferirá la porción de la señal interferente que se ha ensanchado y que caiga dentro del ancho de banda del filtro. [1,11]

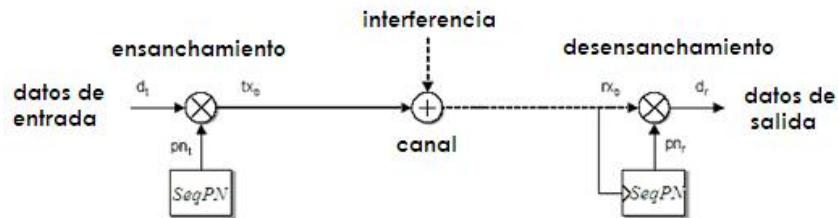


Fig. 4. Robustez a las interferencias.

Esto mismo puede aplicarse a la interferencia multicamino. Cada uno de los rebotes que nos llegan en recepción, por el hecho de no estar sincronizados con la onda directa, se convertirán en una interferencia más del canal cuando los desensanchemos.

Otra de las ventajas importantes que nos ofrecen los sistemas de espectro ensanchado tiene que ver con la privacidad de los datos. La resistencia a la interceptación

es debida al hecho de que un receptor no autorizado canal no podrá decodificar la señal ensanchada si no conoce la secuencia PN con la que se ha codificado el mensaje original. [4,12]

Después de enumerar algunas de las ventajas de este tipo de sistemas, también debemos hacer hincapié en algunos inconvenientes. Entre ellos nos encontramos con el aumento de la complejidad de los sistemas de recepción, ya que los receptores de espectro ensanchado requieren estar perfectamente sincronizados con el transmisor para poder decodificar los datos de manera correcta, con lo que presentan una complejidad añadida. También citar el efecto *near-far*, que se produce por la diferencia de niveles de potencia en recepción cuando existen diversos usuarios en el canal situados a diferentes distancias del receptor. Esto produce que las interferencias provocadas por los demás usuarios sobre el usuario de interés sean de amplitudes diferentes. La solución para este problema es usar controles de potencia que avisen a los usuarios del nivel de potencia detectado para que lo reajusten. [2,13]

3.1.3. Aplicaciones de los sistemas de espectro ensanchado

A raíz de las ventajas que hemos citado, muchas son las aplicaciones que usan espectro ensanchado, se pueden nombrar algunas de ellas. [2,11] Un primer grupo de aplicaciones aprovecha la robustez a las interferencias para suprimir o evitar los efectos perjudiciales de las interferencias provocadas por la utilización conjunta del canal con otros usuarios, por la propagación multicamino o bien por interferencias provocadas intencionadamente. [14] Otras aplicaciones, usan la característica de privacidad para esconder una señal transmitiéndola a poca potencia y haciendo que ésta sea difícil de detectar por otros receptores, o bien, simplemente, para conseguir privacidad en la transmisión de mensajes incluso con más interlocutores. [1,14]

3.1.4. Elementos de un sistema de comunicaciones DS-SS/CDMA

El emisor típico de espectro ensanchado de secuencia directa contiene un generador de secuencias PN. Esta secuencia se multiplicará por cada uno de los bits de información que queremos enviar y se transmitirá por el canal. [13,14]

El receptor realiza tres funciones principales: detectar la presencia de la señal, desensancharlo y demodular el mensaje. Para poder hacerlo necesita conocer la secuencia PN con la que se ha modulado la señal en transmisión. Por eso, en el receptor también tenemos un generador de secuencias PN.

La fase más crítica está en conseguir la sincronización emisor-receptor, ya que de lo contrario la información será recodificada en lugar de decodificada. Para tal efecto, la fase de sincronización se resuelve mediante la adquisición y el *tracking*. [1,2]

- **Adquisición:** realizamos una búsqueda inicial del punto correcto de sincronización, dada la alta dimensionalidad del espacio de búsqueda, con esta fase se pretende reducir la incertidumbre temporal para que el problema se pueda resolver de forma lineal. Existen diferentes técnicas que suponen un compromiso entre el coste computacional y el tiempo necesario para encontrar el punto de sincronismo.
 - **Técnicas paralelas:** usan un banco de correladores con diferentes valores de desplazamiento que dan una primera aproximación de la posición correcta. Es un sistema rapidísimo pero muy costoso computacionalmente.
 - **Técnicas serie:** buscan el punto de sincronismo de forma secuencial. Se inicializan aleatoriamente y realizan una búsqueda exhaustiva. Es un método lento, pero su coste computacional es aceptable.

- **Tracking:** esta fase hace un ajuste del punto exacto de sincronización mediante un bucle de control lineal. Las técnicas más usadas, *delay-locked loop* y *tau-dither loop*, hacen estimaciones de la correlación de la secuencia incidente con versiones desplazadas de la secuencia interna para poder determinar la posición exacta de sincronismo. [15]

Después de la fase de sincronismo, el detector se encarga de decidir el valor del bit recibido.

3.2. El receptor multiresolutivo

El objetivo de esta estructura [16] es conseguir un algoritmo que presente la velocidad de convergencia de un sistema paralelo con la carga computacional de un serie (ver figura 5) que, además, resuelva simultáneamente el problema de la adquisición y el *tracking*.

En primer lugar, el receptor diezma la señal recibida en un factor igual a las muestras por chip que contenga (M). De este modo, la señal resultante sólo contiene una muestra por chip y se elimina la información redundante, simplificando la complejidad de las etapas posteriores. También se hace lo mismo con la secuencia PN que utilizamos de referencia.

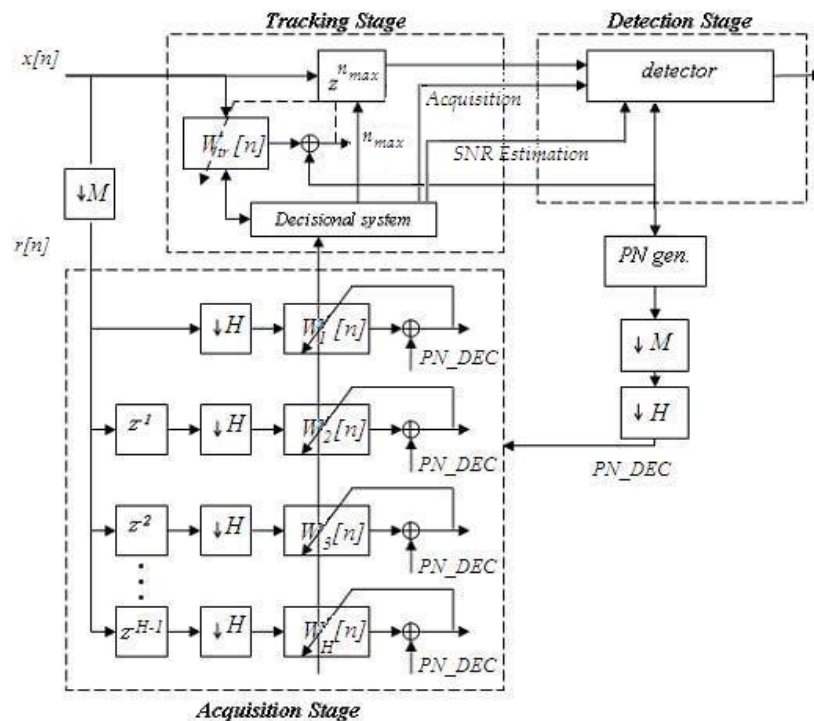


Fig. 5. Diagrama de bloques del sistema multiresolutivo obtenido mediante el programa de simulación.

La fase de adquisición está formada por un conjunto de H ramas que se alimentan con diferentes versiones de la señal diezmada. Cada rama está formada por un filtro LMS [15] que se ha entrenado con versiones también diezgadas de la secuencia PN del usuario de interés. Cada una de las ramas intenta encontrar el punto correcto de adquisición dentro la señal de entrada. En condiciones ideales, uno de los filtros adaptativos convergirá a:

$$b[k] \cdot \delta[n - \text{retardo}] \quad (\text{Ec. 1})$$

donde: $b[k]$ es el bit de información que se está procesando y el *retardo* es la diferencia temporal entre la secuencia PN de la señal de entrada y la secuencia PN de la señal de referencia.

Si todo funciona correctamente, sólo uno de estos filtros adaptativos estará alineado con la señal recibida y, por lo tanto, nos dará un máximo en la salida. Los otros filtros no estarán tan correlados con la señal de entrada y por lo tanto no nos darán valores significativos en la salida. En conclusión, podemos decir que la rama que nos dé un máximo, nos dará una aproximación del punto correcto de adquisición.

La siguiente fase que nos encontramos es la de *tracking*, esta etapa hace un ajuste más preciso del punto de adquisición. Tenemos que reconstruir el punto correcto sobre la secuencia original sin diezmar. Por lo tanto, deberemos tener en cuenta el diezmo en factor H , que depende del número de filtros de la estructura, y el diezmo inicial, en factor M . Con este proceso no perdemos información, pero sí resolución sobre el punto correcto de adquisición, por eso necesitaremos otro filtro adaptativo que a partir de la posición aproximada, nos ajustará la posición exacta.

El algoritmo propuesto inicializa los filtros cada tiempo de símbolo y se aplica a cada una de las ramas. Durante este período el algoritmo no es capaz de converger a la posición deseada debido a la corta duración del tiempo de símbolo en comparación con el tiempo de convergencia. Cada tiempo de símbolo, se calcula el módulo de la mediana de los resultados de las distintas ramas de la estructura, para conseguir una estimación robusta de la secuencia PN. Una vez que los filtros han convergido se aplica un algoritmo detector de pico para localizar la posición de los máximos.

El coste computacional global es ligeramente superior al de un esquema serie, pero se justifica ampliamente por la reducción del tiempo medio que necesita para adquirirse la señal y para la robustez del esquema. También debemos tener en cuenta que la etapa de *tracking* se resuelve en el mismo esquema.

La última fase, la detección, es la que determina si el símbolo recibido vale +1/-1. En otros trabajos se ha profundizado en esta etapa. [17]

3.3. Sistemas de control

El sistema de control es una pieza clave en la estructura multiresolutiva, puesto que se trata del bloque que da estabilidad a todo el sistema, y que, por lo tanto, permitirá que el punto correcto de demodulación se fije una vez que haya indicios de que la estructura ha convergido correctamente. La estructura multiresolutiva resuelve la adquisición en casos de desvanecimientos, o en situaciones de relación señal a ruido muy adversas.

La estructura multiresolutiva original incluye un sistema de control muy sencillo por estabilidad. [11] Para poder hacer estudios posteriores y comparar los resultados con los controladores que diseñaremos, explicaremos en qué consiste, y qué resultados ofrecía. Pero los sistemas de control que se proponen en este trabajo son sistemas de control no lineal, que se utilizan cuando el comportamiento de los sistemas que queremos controlar no se puede expresar de forma lineal. En estos casos se requieren otros modelos matemáticos que responden a modelos cualitativos basados en reglas lingüísticas, modelos que dada su complejidad siguen razonamientos similares a la mente humana. A estos sistemas también se los conoce como controles inteligentes.

3.3.1. El sistema de control por estabilidad

La fase de adquisición del receptor, formada por cuatro filtros adaptativos, obtiene la posición aproximada de sincronización. Esta posición es el punto de partida para el filtro

de *tracking*, que hará un ajuste más cuidadoso de la posición correcta. El control de estabilidad interviene entre estas dos etapas. Su misión es mirar si la posición obtenida de la fase de adquisición se ha mantenido estable durante las últimas iteraciones, en caso afirmativo, actualizará la posición del filtro de *tracking*. Cuando el controlador actualiza la posición del filtro de *tracking*, se considera que el sistema está adquirido, de manera que se almacena este *flag* en una variable llamada *Adquisición*.

El objetivo de este sistema de control es dar estabilidad al receptor. Por ejemplo, en situaciones donde se puedan producir desvanecimientos de la señal, el sistema de control mantendrá el receptor en la misma posición de demodulación durante unas cuantas iteraciones, de manera que evitará la pérdida de sincronía.

En la figura 6, podemos ver el comportamiento de este controlador en un entorno donde la SNR varía de 0dB a -30dB. El gráfico superior nos muestra el porcentaje de tiempo que el receptor está adquirido en la posición correcta. Este dato se mide como el cociente entre las veces que el puntero se encuentra en la posición correcta de adquisición y el total de iteraciones de la simulación. Vemos que el porcentaje se mantiene por encima del 90% hasta los -15dB, a partir de esta SNR, empieza a decrecer rápidamente.

Por lo que refiere al gráfico inferior, nos muestra el tiempo medio en que el receptor se mantiene adquirido. Su finalidad es penalizar de manera severa las veces que el receptor pierde la sincronía. Vemos que el sistema presenta unos resultados óptimos hasta alrededor de los -14dB. A partir de ahí los resultados decaen rápidamente porque el sistema pasa de la adquisición a la no adquisición de manera repetida.

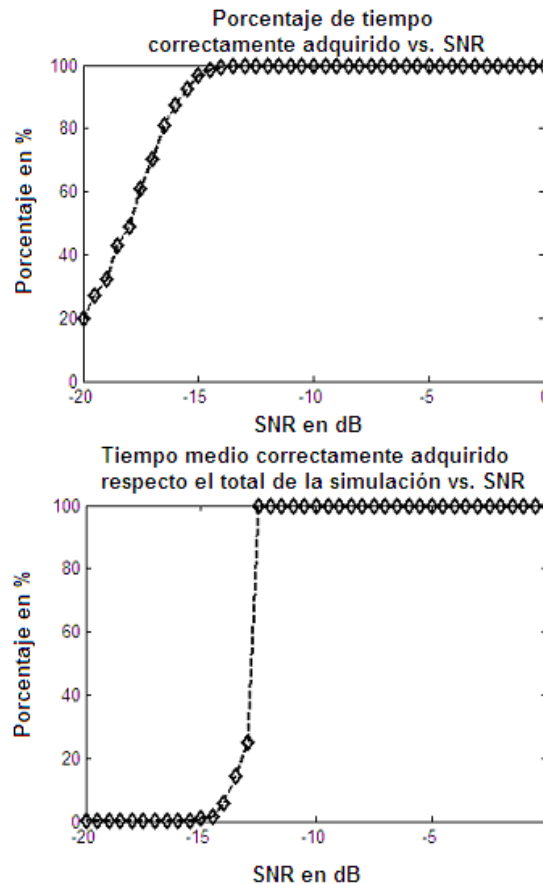


Fig. 6. Sistema de control por estabilidad en un entorno de SNR variable.

La figura 7 muestra las mismas medidas que la figura anterior pero en un entorno diferente, en este caso en presencia de varios usuarios. El porcentaje de tiempo correctamente adquirido se mantiene muy alto durante toda la simulación, que contempla de los 2 a los 15 usuarios simultáneos. Por el contrario, la medida del tiempo medio descubre que el sistema empieza a mostrar inestabilidad a partir de los 8 usuarios simultáneos.

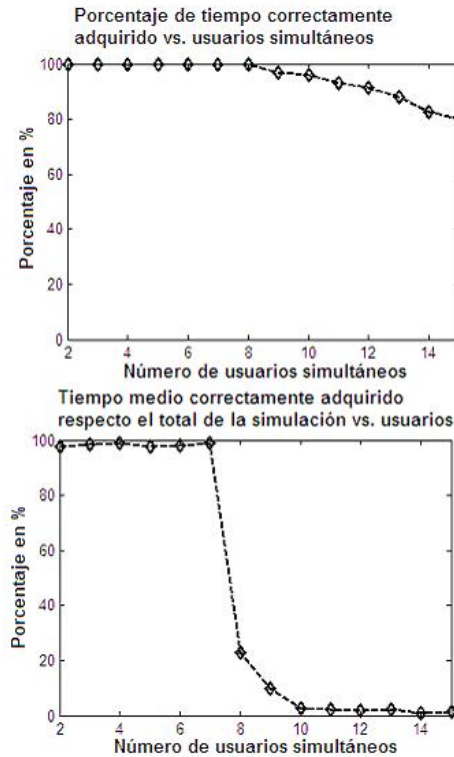


Fig. 7. Sistema de control por estabilidad en un entorno multiusuario.

3.3.2. Sistemas de control no lineal

Los sistemas de control no lineal estudiados e implementados son la lógica difusa y las redes neuronales. A continuación se habla brevemente de su funcionamiento, ventajas e inconvenientes y se detalla su implementación.

3.3.2.1. Lógica difusa

Los controladores convencionales usan la lógica binaria, de modo que sus decisiones son rígidas: verdadero o falso. Los controladores difusos utilizan la lógica difusa, que se acerca más a la manera de pensar humana y permite la implementación de sistemas donde las decisiones no son solamente '0' o '1'. [18]

Entendemos por conjuntos no difusos todos aquellos formados por elementos que claramente se pueden considerar un todo. En cambio, la pertenencia a un conjunto difuso no tiene un criterio único y puede depender de las circunstancias o del punto de vista. Por eso se define el grado de pertenencia, un valor que asigna a cada miembro del grupo una probabilidad más o menos alta de pertenecer al grupo. Si el grado de pertenencia tiene valor '1', el elemento pertenece inequívocamente al grupo, si el valor es '0', el elemento no pertenece. Para definir esta relación se definen las funciones de pertenencia. Estas funciones, dado un elemento, le asignan un valor de grado de

pertenencia. Las variables de los conjuntos difusos pueden ser algebraicas o lingüísticas, es decir, palabras o frases. [19]

Los controladores difusos están formados por tres etapas básicas:

- *Fuzzification*, encargada de convertir un dato no difuso en un valor difuso. Se utilizan las funciones de pertenencia adecuadas.
- *If – then rules*, están formadas por un conjunto de sentencias que controlan la manera de actuar del controlador. La parte *if* corresponde a la entrada del sistema, mientras que la *then*, afecta a la salida del mismo. El controlador, mediante una entrada y las diversas reglas condicionales, es capaz de sacar una conclusión o salida. Ver figura 8.

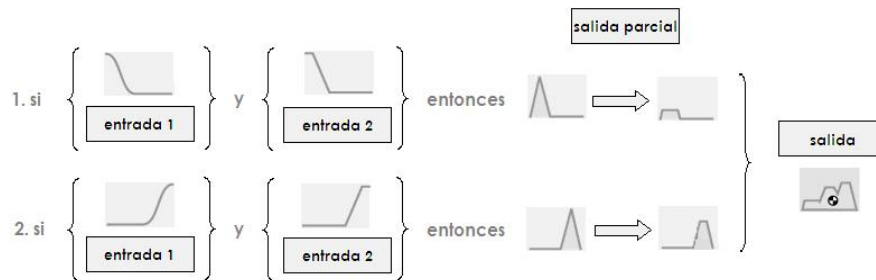


Fig. 8. If – then rules de un controlador difuso. [20]

- *Defuzzification*, encargada de convertir la salida del controlador en un dato no difuso. Se utilizan diferentes métodos como el del centroide, que suma todas las contribuciones en la salida y calcula el centro del área bajo la curva de la función de pertenencia final.

3.3.2.2. Redes neuronales

Una red neuronal se define como un procesador masivo paralelo y no lineal, formado por una distribución de neuronas, que son los elementos básicos. La función de la red depende de las conexiones entre las diferentes neuronas que la forman. Estas conexiones se pueden ajustar mediante ponderaciones que otorgan a las redes neuronales una gran flexibilidad en su comportamiento. Para ajustar estos pesos, las redes neuronales pasan por un proceso de aprendizaje. La arquitectura de una red influye decisivamente en su capacidad de aprendizaje, pero su diseño es difícil de escoger y a menudo se aplican métodos de prueba y error. [6]

El proceso de aprendizaje de una red neuronal permite ajustar los pesos asociados a cada una de las entradas. Este proceso consiste en la presentación de diversas asociaciones entrada-salida a la red neuronal. El objetivo es que mediante algún algoritmo, la red varíe el valor de los pesos hasta imitar la respuesta deseada. Es decir, mediante el entrenamiento de la red se pretende que ésta aprenda la relación entre el patrón y la respuesta, más allá de una secuencialidad entre ejemplos, por eso, los patrones se presentan en diversos órdenes. Cada conjunto de patrones presentado a la red con un orden concreto se llama *epoch*.

Las ventajas que presentan las redes neuronales se pueden resumir de la manera siguiente:

- Capacidad de generalización, la red neuronal extrae conceptos generales a partir de los ejemplos suministrados durante la etapa de entrenamiento. De manera que es capaz de dar respuesta a problemas nuevos basándose en la experiencia adquirida.

- Adaptabilidad y versatilidad, la red neuronal puede dar respuesta a problemas diferentes si se la reentrena (cambiando los pesos de recombinación) adecuadamente, de manera que no es necesario cambiar la estructura.

Por contra, se debe tener en cuenta que el uso de redes neuronales tiene que justificarse por la complejidad del sistema, en caso contrario, el coste computacional es innecesario. [2,18]

4. Propuesta de sistema de control no lineal

Los controladores diseñados utilizan datos provenientes de la estructura multirresolutiva para poder predecir la probabilidad de adquisición y el valor de la SNR del canal en ese instante de tiempo, definidas *ad hoc* para los nuevos controladores. A continuación presentamos las variables de entrada de los controladores, así como las salidas que calcularemos en cada uno de ellos.

Variables de entrada y de salida

Se han definido cuatro variables con los datos de simulación de la estructura, utilizándose para ambos controladores. Tres de ellas hacen referencia a la media del módulo de los cuatro filtros LMS de la etapa de adquisición $W_{avi}[n]$, especialmente al filtro LMS convergente con la secuencia diezmada (*PN_DEC*) $W_{con}[n]$, la otra hace referencia al filtro de *tracking* $W_{tr}[n]$.

- *Ratio₁*: se calcula como el cociente entre el valor de pico del filtro LMS convergente $W_{con}[n]$ y el valor medio de este, a excepción del valor máximo.

$$Ratio_1 = \frac{W_{con}[\tau]}{\frac{1}{N} \sum_{n=1; n \neq \tau}^W W_{con}[n]} \quad (\text{Ec. 2})$$

- *Ratio₂*: se calcula como el cociente entre el valor de pico del filtro LMS convergente $W_{con}[n]$ y el valor medio de los otros tres filtros en la misma posición $W_{avi}[n]$.

$$Ratio_2 = \frac{W_{con}[\tau]}{\frac{1}{H-1} \sum_{i=1; W_{avi} \neq W_{con}}^H W_{avi}[\tau]} \quad (\text{Ec. 3})$$

- *Ratio₃*: se calcula como el cociente entre el valor de pico del filtro LMS convergente $W_{con}[n]$ y el valor medio de los otros tres filtros $W_{avi}[n]$.

$$Ratio_3 = \frac{W_{con}[\tau]}{\frac{1}{H-1} \sum_{i=1; W_{avi} \neq W_{con}}^H \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N W_{avi}[n] \right)} \quad (\text{Ec. 4})$$

- *Ratio_{1tracking}*: se calcula como el cociente entre el valor de pico del filtro LMS de *tracking* $W_{tr}[\xi]$ y el valor medio de este, a excepción del valor máximo.

$$Ratio_{1track} = \frac{W_{tr}[\xi]}{\frac{1}{N} \sum_{n=1; n \neq \xi}^N W_{tr}[n]} \quad (\text{Ec. 5})$$

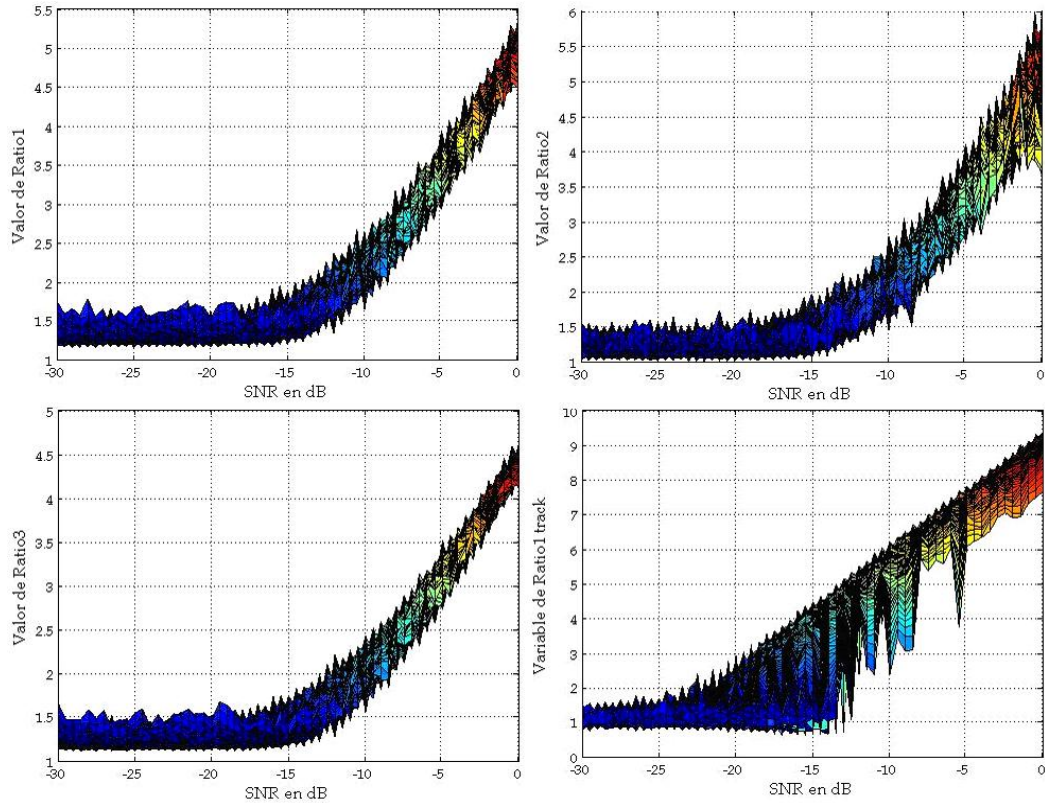


Fig. 9. Estudio de los diferentes ratios en un entorno de SNR variable.

En la figura 9, podemos ver el comportamiento de estas variables en un entorno donde la SNR varía desde 0dB hasta -30dB, en saltos de 0.5dB.

La figura 11 corresponde a los conjuntos difusos que se han extraído de las variables de entrada $Ratio_1$, $Ratio_2$, $Ratio_3$ y $Ratio_{1track}$. Como se puede observar, las tres primeras variables presentan un comportamiento muy similar y los conjuntos difusos que se han creado son los mismos. La variable $Ratio_{1track}$ difiere de las otras para no mostrar tanta estabilidad, pero como veremos más adelante, su papel será de soporte a las otras variables.

Acto seguido, en la figura 10, se puede ver el comportamiento de estas mismas variables en un entorno donde la interferencia no viene dada por el ruido del canal sino por la presencia de usuarios simultáneos. Se ha hecho un barrido que va desde los 2 hasta los 20 usuarios simultáneos.

Tal como se puede observar en la gráfica, a pesar de no representar los mismos datos, la forma de las variables de entrada $Ratio_1$, $Ratio_2$ y $Ratio_3$ se asimilan mucho en ambos escenarios, el de ruido del canal y el de multiusuario. Por eso, los conjuntos difusos creados para estas variables serán los mismos en ambos entornos (ver figura 11).

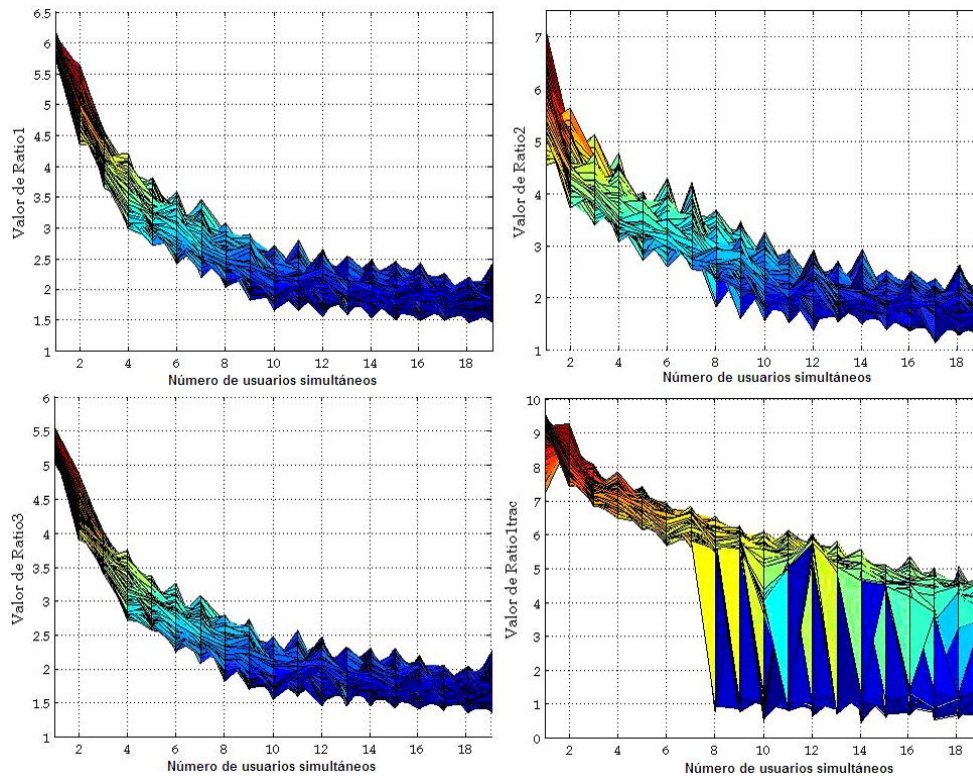


Fig. 10. Estudio de los diferentes ratios en un entorno multiusuario.

Las variables de salida de los sistemas son dos:

- **Adquisición:** esta variable puede tomar valores comprendidos entre 0 y 1. Cuando toma el valor de la unidad, el sistema está *Adquirido* y cuando toma el valor cero, el sistema está *No adquirido*. El valor de la variable *Adquisición* nos muestra la fiabilidad del receptor al demodular la señal recibida, es decir, es una medida que indica si podemos fiarnos del valor demodulado o no. El receptor multirresolutivo nos da la posición aproximada de adquisición, pero es el control el que nos dirá la probabilidad de considerarnos adquiridos o no.
- **Estimación de SNR:** da un valor de la SNR estimada en el canal. En nuestro caso, un valor comprendido entre -30 y 0dB. Esta medida nos complementa la información de la variable *Adquisición*, así como también nos puede ayudar en la fase de detección.

3.4. Controlador con lógica difusa

Este controlador se ha diseñado con las variables de entrada comentadas anteriormente, agrupándolas en los grupos difusos que se observan en la figura 11.



Fig. 11. Conjuntos difusos para las diferentes variables de entrada.

Los resultados de la salida se obtienen mediante el método de *defuzzification* del centroide. [6] Calcularemos las dos salidas que se han definido ya con anterioridad, y que vemos en las figuras 12 y 13.

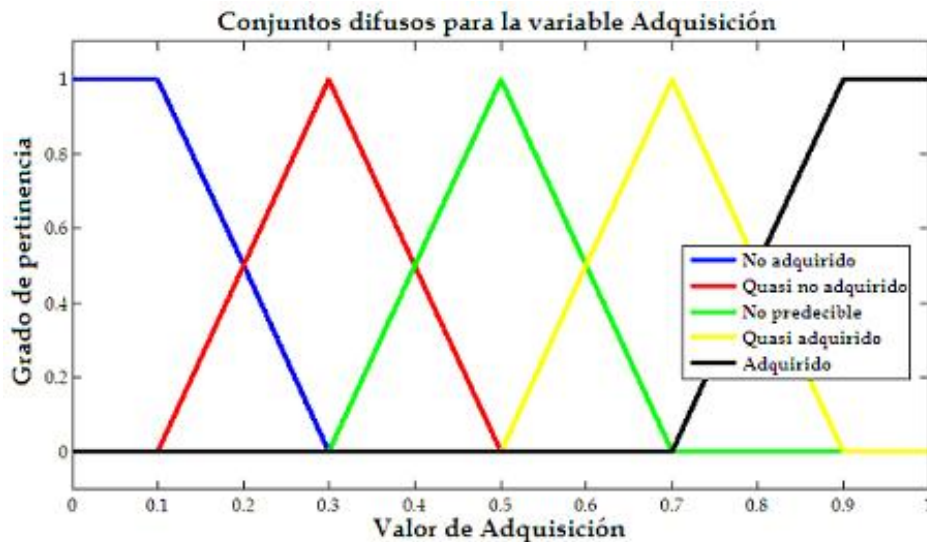


Fig. 12. Conjuntos difusos de la variable Adquisición.

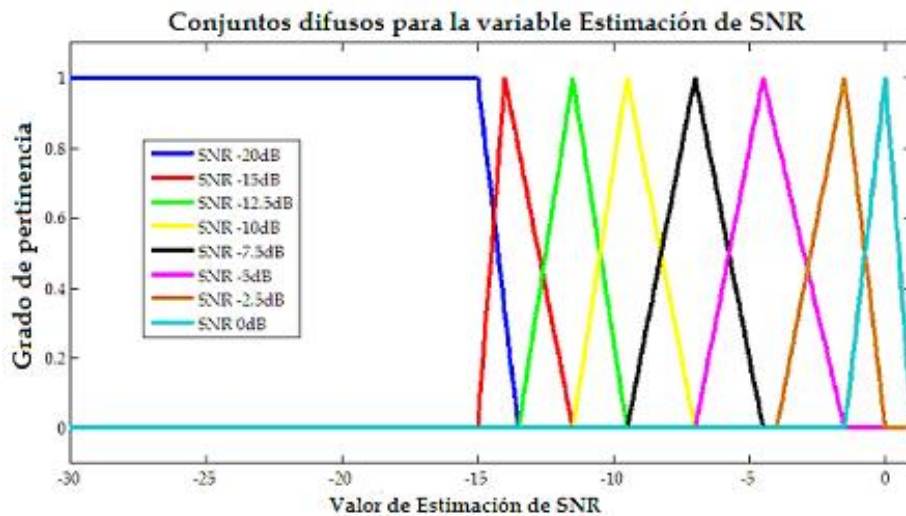


Fig. 13. Conjuntos difusos para la variable Estimación SNR.

Una vez definidas las variables y conjuntos difusos de entrada y de salida, es el momento de definir las reglas difusas que las relacionarán. Para hacerlo debemos

observar el comportamiento de las diferentes variables de entrada y ver cómo afecta a las variables de salida. En la figura 14 se puede ver un esquema general del sistema de control.

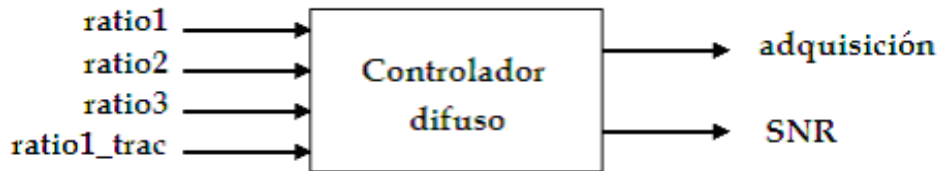


Fig. 14. Sistema de control difuso

Todas las reglas se definen de la siguiente manera, pondremos un ejemplo:

Si **Ratio1** toma el valor correspondiente a **No adquirido**

“y” / “o”

Si **Ratio2** toma el valor correspondiente a **Indeterminado**

“entonces”

el valor de la variable **Adquisición** será **No predecible**.

Para cada regla se han escogido las variables que mejor definen el sistema en aquella situación. Para estimar el nivel de adquisición del sistema (la variable de salida *Adquisición*), las mejores variables son *Ratio₁*, *Ratio₂* y *Ratio₃*, por su estabilidad, utilizando *Ratio_{1trac}* de soporte. Como ya se puede intuir, las zonas más críticas de modelar están en la zona de indeterminación. Esta zona se da en torno a los -15dB, ya que nos encontramos en un punto próximo a la pérdida de sincronía debido a la baja SNR. De todas maneras, no se puede considerar el sistema no adquirido por defecto, porque hay alguna probabilidad de que esté adquirido.

Por otra parte, para definir la variable de salida Estimación de SNR se han necesitado menos reglas difusas. A pesar de que la zona en torno a los -15dB vuelve a dar problemas y se necesitan más reglas para poder definir todos los casos.

En la figura 15 podemos ver de una manera más detallada cómo actúa el controlador dentro de la estructura multiresolutiva. Primero, la etapa de adquisición obtiene una posición aproximada de adquisición, gracias al banco de filtros adaptativos de la estructura, acto seguido esta posición (*Posición_temporal*) se pasa al filtro de *tracking*, que hará un ajuste más fino en torno a esta posición, obteniendo como resultado *Posición_real*. Este es el funcionamiento normal de la estructura. Ahora bien, mediante el sistema de control difuso, se hará una pequeña modificación. La posición calculada por los filtros de adquisición sólo se actualizará en la etapa de *tracking* si la variable de salida *Adquisición* da un valor que asegure la adquisición del sistema. Es decir, sólo se modificará la posición del filtro de *tracking* si el controlador difuso nos da garantías de que la etapa de adquisición puede estar sincronizada. El controlador difuso, mediante las variables de entrada ya comentadas, recogerá evidencias del estado del canal y será capaz de decidir si es posible encontrarnos adquiridos o no.

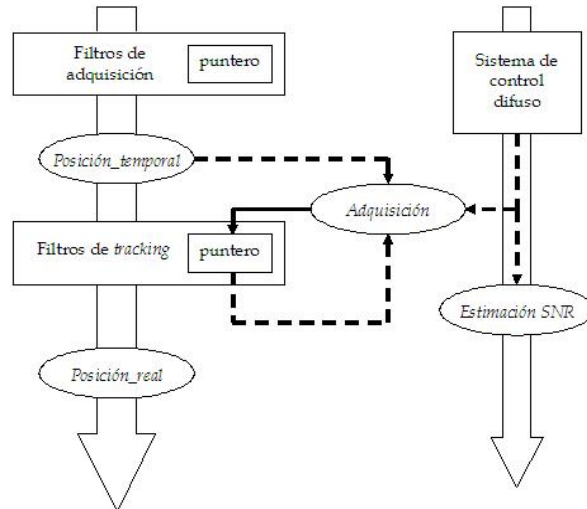


Fig. 15. Esquema detallado del controlador difuso.

3.5. Diseño del controlador basado en redes neuronales

En este caso, podemos considerar el estado de sincronización de un receptor como un problema de clasificación; así como lo puede ser la estimación de la SNR del canal. La idea se basa en poder mostrar a la red neuronal unas entradas que le permitan decidir en qué estado de salida se encuentra el receptor. Con respecto a la variable *Adquisición*, decidir si está adquirido o no; con respecto a la variable *Estimación de SNR*, discriminar el valor del ruido del canal. Ver figura 16.

El tipo de red neuronal que utilizaremos es un perceptrón multicapa. La primera capa consta de 15 neuronas y la segunda capa de 2 neuronas. Las funciones de activación que se han utilizado son la sigmoide para la primera capa y la lineal para la capa de salida. Una vez definida la red, el paso siguiente es entrenarla. El algoritmo de entrenamiento propuesto es el del *back-propagation* que intentará minimizar el error cuadrático medio entre la salida de la red y su objetivo.

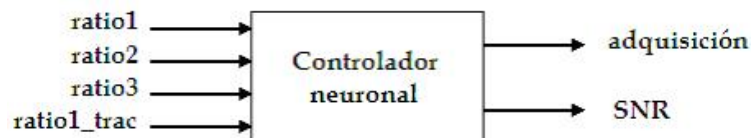


Fig. 16. Controlador neuronal

Con el fin de entrenar la red se han recogido datos procedentes de simulaciones realizadas al receptor en diferentes condiciones de simulación. De manera que se han tomado muestras de las 4 variables de entrada para diferentes SNR del canal, así como del estado del receptor (adquirido o no) para cada muestra de las variables de entrada. Es decir, por cada valor de las variables de entrada tendremos un valor de las variables *Adquisición* y *Estimación de SNR*, procedentes de simulaciones anteriores.

Se han presentado los datos a la red a fin de que ésta reajuste los pesos de las diferentes neuronas y así conseguir que la salida de la red se parezca el máximo posible a las muestras objetivo. Se han creado 10,000 *epochs*³ con los datos de entrada, para dar suficiente diversidad en el orden en que los datos se presentan a la red.

³ Mediante el entrenamiento de la red se pretende que esta aprenda la relación entre patrón y respuesta, más allá de la secuencialidad entre ejemplos, por eso, los patrones se presentan en diferentes órdenes. Cada conjunto de patrones presentado a la red con un orden concreto es llamado *epoch*.

En la figura 17 podemos observar el comportamiento de la red después del entrenamiento para la variable *Adquisición*. Con línea discontinua podemos ver la salida objetivo de la red y con línea normal, la salida que nos da la red neuronal. El eje horizontal se refiere a los símbolos de información o muestras de la salida esperada. Las primeras 100 muestras están tomadas del sistema trabajando en una SNR de 0dB, las 100 muestras siguientes del sistema a -5dB, y así sucesivamente. De manera que se puede observar que a medida que la SNR empeora, la estimación de la red neuronal es peor.

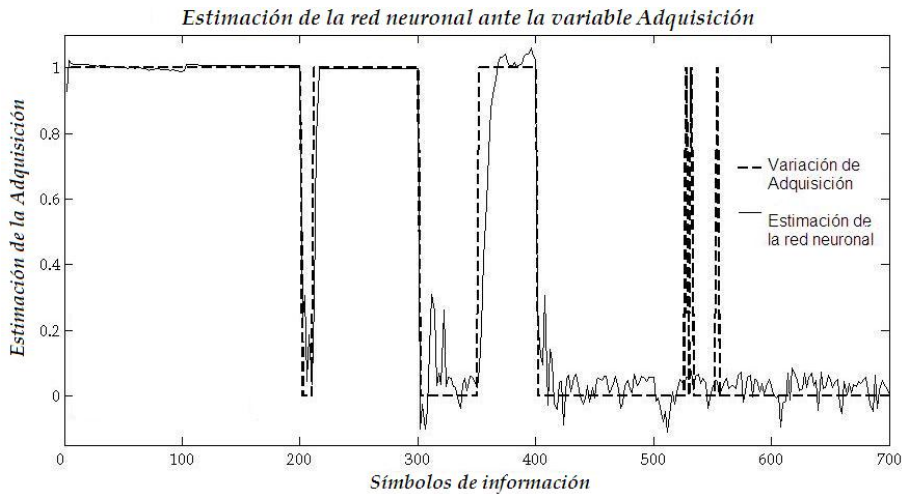


Fig. 17. Estimación de la red neuronal para la variable Adquisición.

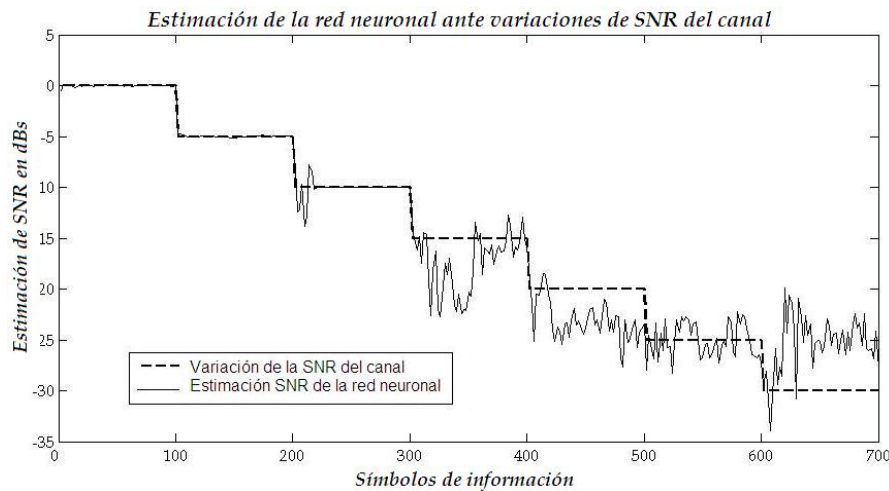


Fig. 18. Estimación de la red neuronal para la variable Estimación de SNR.

En la figura 18 podemos ver una gráfica similar a la anterior. Esta vez la variable de salida que vemos es la de *Estimación de SNR*, también después del entrenamiento de la red. Tal como hemos visto en el caso anterior, la estimación de la red empeora a medida que la SNR es más baja.

De la misma manera que con el controlador difuso, también se ha tenido en cuenta el diseño de una red neuronal para un entorno multiusuario. Como ya pudimos observar, los cuatro ratios utilizados como variables de entrada mantienen casi la misma forma y el mismo margen de valores para un entorno multiusuario que para un entorno ruidoso. Lo que se ha hecho en este caso es reentrenar la red diseñada para el caso del ruido del canal, con las variables de entrada y las variables objetivo del entorno multiusuario. De

esta manera hemos obtenido una nueva red diseñada para controlar el receptor cuando hay diversos usuarios simultáneos en el canal.

Una vez definidas las variables de entrada/salida y ver cuál es la red diseñada, debemos integrarla en el esquema del receptor multirresolutivo. El controlador neuronal variará la estructura multirresolutiva del mismo modo que el controlado difuso. Por lo que lo que se ha explicado para él sirve también en este caso.

5. Resultados

En este capítulo presentamos un resumen de los resultados que hemos obtenido a lo largo de la elaboración de este trabajo, contrastándolos con el controlador por estabilidad. Por lo que refiere al escenario simulado, nos encontramos con un sistema de comunicaciones totalmente digital y en la parte de *downlink*. Suponemos que antes de nuestros esquemas de simulación habría los bloques típicos de un receptor que nos adaptarían la señal a las condiciones de la prueba. Hemos fijado algunos parámetros de la simulación con el fin de no tener tantos grados de libertad posibles y acotar mejor los resultados obtenidos. Para tal efecto, hemos considerado que los usuarios están sincronizados y que su potencia en recepción es la misma. Las secuencias PN que hemos utilizado en las simulaciones son las MSQCC/CO [21] que minimizan la correlación cruzada entre secuencias, un parámetro que nos es muy útil en un entorno multiusuario. El receptor utilizado es el multirresolutivo. Todos los resultados que mostraremos a continuación están obtenidos de simulaciones realizadas sobre 20,000 datos enviados, de esta manera evitamos resultados erróneos debidos a transitorios y podemos medir de forma más precisa la estabilidad del receptor.

La figura 19 nos muestra la comparativa de los dos controladores diseñados y el controlador por estabilidad, en un entorno con variación de la SNR. Se ha realizado un barrido de SNR comprendidas de 0dB a -30dB en saltos de 0.5dB. El gráfico refleja el número de aciertos realizados por el controlador, es decir, contempla los casos en que su estimación es correcta, tanto si está adquirido como si no. Esto lo podemos calcular puesto que conocemos a priori la posición correcta de sincronización. Como podemos observar, ambos controladores mejoran notablemente el comportamiento del controlador por estabilidad, presentando valores de fiabilidad por encima del 90% para cualquier valor de SNR.

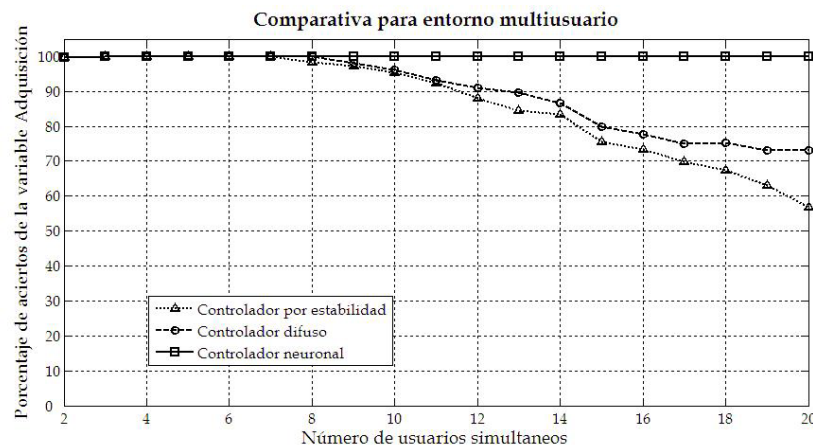


Fig. 19. Comparativa para un entorno de variación de SNR.

La figura 20 nos muestra la misma comparativa para un entorno multiusuario. En este entorno hemos estudiado el comportamiento de los controladores cuando se varía el número de usuarios simultáneos que acceden en el canal. Cada usuario que se

incorpora al canal añade ruido a la transmisión, de manera que el sistema de control verá cada nuevo usuario como una fuente de ruido más del canal, pero con algunas particularidades diferentes que el ruido aditivo blanco gaussiano, con el cual hemos realizado los estudios anteriores. Para el entorno de simulación se ha realizado un barrido de usuarios comprendido entre 2 y 20 usuarios simultáneos. La SNR se fija a 0dB durante toda la simulación. La gráfica refleja el número de aciertos realizados por el controlador. Como podemos observar, el controlador difuso mejora ligeramente el controlador por estabilidad, mientras que el controlador neuronal presenta unos resultados muy buenos, consiguiendo casi un 100% de fiabilidad.

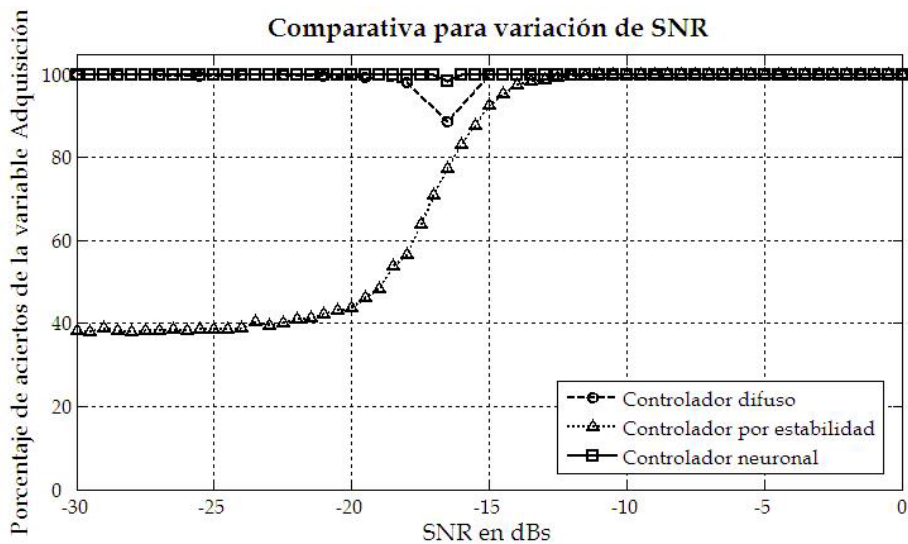


Fig. 20. Comparativa para un entorno de variación de número de usuarios simultáneos.

6. Conclusiones

En este trabajo se presenta la mejora de funcionamiento de un sistema de adquisición multirresolutivo de espectro ensanchado de secuencia directa usando controladores implementados con lógica difusa y con redes neuronales.

Se han implementado los sistemas de control con la herramienta de simulación *Matlab* para poder comparar su comportamiento y extraer conclusiones. Primero, se ha estudiado el sistema de control por estabilidad y lo hemos sometido a diferentes entornos de simulación (variación de SNR y multiusuario), de manera que ha servido como sistema de referencia para poder hacer comparaciones. Este sistema de control se comporta satisfactoriamente mientras la SNR no es demasiado baja, pero a partir de los -15dB no es demasiado fiable. De manera que las predicciones del sistema de control no nos aseguran si la información demodulada para el receptor se puede considerar correcta o no.

A continuación hemos planteado un sistema de control basado en lógica difusa. Este sistema se ha diseñado específicamente para el receptor multirresolutivo, haciendo estudios de diferentes parámetros de la estructura en diversos entornos y viendo cómo éstos afectan al comportamiento global del receptor. Los resultados que hemos obtenido para este controlador son muy positivos, ya que nos dan una mayor fiabilidad por lo que a la predicción del estado de adquisición del receptor se refiere. Nos podemos fiar un mínimo del 90% del tiempo de la variable de salida *Adquisición*, es decir, que la información remodulada podrá ser descartada o utilizada con una fiabilidad muy alta. Además, el sistema de control diseñado nos permite hacer una estimación de la SNR del

canal, este dato puede ser de mucha utilidad para otras etapas del receptor, como por ejemplo, el detector.

Por todo esto, las líneas de futuro que vemos en este campo pasan por la búsqueda de esquemas de control que nos den altos niveles de fiabilidad. Los sistemas de control implementados no tienen como objetivo principal mejorar la adquisición del sistema, sino ser capaces de dotar al receptor de la inteligencia suficiente para saber si puede fiarse de los datos demodulados o no. Por lo tanto, si el controlador es lo suficientemente autónomo podrá tomar decisiones como, por ejemplo, mantener la posición de sincronización sin usar las etapas de adquisición, si la SNR es buena y así bajar el coste computacional. La idea de fondo es globalizar la visión del receptor como un sistema con una única finalidad, por lo cual, todas las ayudas que se puedan suministrar desde cualquier nivel son totalmente válidas y útiles. Por eso, debe conseguirse diseñar controladores que den cierta autonomía, capacidad de reacción y decisión a los sistemas. Se pueden proponer otros sistemas de control inteligente, como los algoritmos genéticos, pero también trabajando en la dirección que se ha propuesto y buscando otros parámetros o técnicas que nos puedan aportar mejores resultados.

7. Referencias

- [1] Proakis, J. G. (1995). *Digital Communications*. Singapore: McGraw-Hill.
- [2] Sklar, B. (2001). *Digital Communications, Fundamentals and Applications*. New Jersey: Prentice Hall International.
- [3] Morán, J. A. *et al.* (2001). Multiresolution adaptive structure for acquisition in DS-SS digital receiver. *International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP)*. Proceedings, Utah, USA: IEEE, April.
- [4] Glisic, S. G. y Leppänen, P. A. (1999). *Code Division Multiple Access Communications*. Holanda: Kluwer Academic Publishers.
- [5] Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy Sets", *Information and control*, no. 8, pp. 338 - 353.
- [6] Paraskevopoulos, P. N. (1996). *Digital Control Systems*, Europe: Prentice Hall.
- [7] Alsina, R. M.; Morán, J. A. y Socoró, J. C. (2005): Sequential PN Acquisition Scheme Based on a Fuzzy Logic Controller, registros de la *8th International Work-Conference on Artificial Neural Networks (IWANN)*, *proceedings* en Lecture Notes in Computer Science (Springer-Verlag), Vilanova i la Geltrú, Barcelona, June 8-10, pp. 1238-1245. ISBN: 978-3-540-26208-4
- [8] Alsina, R. M.; Mateo, C. y Socoró, J. C. (2007). Multiresolutive Adaptive PN Acquisition Scheme with a Fuzzy Logic Estimator in Non Selective Fast SNR Variation Environments, *9th. International Work-Conference on Artificial Neural Networks (IWANN)*, *proceedings* en Lecture Notes in Computer Science (Springer-Verlag), San Sebastián, España: Springer, June 20-22, pp. 367-374. ISBN: 978-3-540-73006-4.
- [9] Alsina, R. M.; Mateo, C. y Socoró, J. C. (2008). *Fuzzy Logic Estimator for Variant SNR Environments*, artículo de la *Encyclopedia of Artificial Intelligence*. ISBN: 978-1-59904-849-9, IGI Global, (en publicación).
- [10] Mateo C. y Alsina, R. M. (2004). Diseño de un sistema de control adaptativo a las condiciones del canal para un sistema de adquisición de un receptor DS-SS, *XIX Congreso de la Unión Científica Nacional de Radio (URSI)*, Barcelona, España, 8-10 de septiembre.
- [11] Alsina, R. M. (2002). *Receptor intelligent d'un sistema de comunicacions DS-SS*. Proyecto Final de Carrera, Universitat Ramon Llull.

- [12] Meel, J. (1999). *Spread Spectrum. Introduction*. Hogeschool Voor Wetenschap & Kunst. De Nayer Institut. Belgium. Publicat a l'adreça d'Internet [19].
- [13] Viterbi, A. J. (1995). *CDMA. Principles of SS Communication*. Massachusetts, USA: Addison Wesley Publishing Company.
- [14] Cooper, G. R. y McGuillem, C. D. (1988). *Modern Communications and Spread Spectrum*. Singapore: McGraw-Hill International Editions.
- [15] Haykin, S. (1996). *Adaptive Filter Theory*. New Jersey: Prentice Hall International.
- [16] Morán, J. A. (2001). *Sistema rápido de adquisición para transmisión DS-SS sobre canal ionosférico*. Tesis doctoral, Universitat Ramon Llull.
- [17] Mateo, C. (2005). *Nuevas técnicas para la detección en un receptor superresolutivo de DS-SS/CDMA*. Trabajo final de carrera, Universitat Ramon Llull.
- [18] Sontag, E. D. (1998). *Mathematical Control Theory: Deterministic Finite Dimensional Systems*. New York: Springer.
- [19] Stubberud, A. J., Williams, I. J. y DiStefano, J. J. (1995). *Schaum's Outline of Feedback and Control Systems*. USA: McGraw-Hill Professional.
- [20] (2005). *Neural Networks Toolbox*, tutorials, documentació i demos del software *Matlab* de *The Mathworks*, versió 7.0.4.365.
- [21] Alsina, R. M.; Morán, J. A.; Socoró, J. C. y Sevillano, X. (2002). Diseño de un sistema de adquisición basado en lógica difusa para un sistema DS-SS sobre canal ionosférico. *XVII Simposium de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI)*, Alcalá de Henares, septiembre 11-13.

8. Bibliografía

- Alsina, R. M.; Morán, J. A. y Socoró, J. C. (2001). Diseño de un bloque de adquisición adaptativo para un sistema DS-SS sobre canal ionosférico, *XVI Simposium de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI)*, Villaviciosa de Odón, España, 19-21 de septiembre.
- Alsina, R. M.; Morán, J. A. y Socoró, J. C. (2003). Multiresolution Adaptive Structure for Acquisition and Detection in DS-SS Digital Receiver in a Multiuser Environment, *ISSPA: International Symposium on Signal Processing and its Applications*, Paris, Francia, July 1-4.
- Bonet Solà, D. (2004). *Implementació d'un receptor rake en un sistema DS-SS*. Trabajo final de carrera, Universitat Ramon Llull.
- Kärkkäinen, K. H. A. (1995). "Influence of Various PN Sequence Phase Optimization Criteria on the SNR Performance of an Asynchronous DS-SS System", *MILCOM IEEE*, pp. 641-646.
- Lluch García-Valdecasas, J. (2005). *Estudio de un sistema de adquisición y de detección de un receptor superresolutivo de DS-SS/CDMA en diferentes canales no estacionarios*. Trabajo final de carrera, Universitat Ramon Llull.
- Mamdani E. H. y Assilian, S. (1975). An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzylogic Controller, *International Journal of Man-Machine Studies* no. 7, pp. 1-13.
- Verdú, S. (1998). *Multiuser Detection*, USA: Cambridge University Press.
- Yager, R. R. y Filev, D. P. (1995). *Essentials of Fuzzy Modeling and Control*, USA: Wiley-Interscience.
- (2005). *Fuzzy Logic Toolbox*, tutorials, documentació i demos del software *Matlab* de *The Mathworks*, versió 7.0.4.365.

Simulación de los procesos de votación política mediante los modelos IPS

[E. Vargas-Medina¹](#), [Walterio W. Mayol-Cuevas²](#), [J. Figueroa Nazuno³](#)

¹UAM-Iztapalapa (México)

E-mail: evm@xanum.uam.mx,

²Department of Computer Science, University of Bristol (UK),

³Centro de Investigación en Computación-IPN (México)

E-mail: jfn@cic.ipn.mx

[Recibido: Abril 3, 2008. Aceptado: Junio 28, 2008](#)

RESUMEN

En el estudio de los modelos estocásticos de interacción de partículas, han surgido una gran cantidad de procedimientos matemáticos que permiten estudiar la interacción de entidades abstractas, bajo diferentes situaciones de "influencia" o efectos mutuos. Uno de estos modelos es el de votación en una, dos y tres dimensiones.

En este trabajo se presenta un breve resumen de un modelo de partículas en interacción (IPS, por sus siglas en inglés) en varias dimensiones y se presentan los resultados de su simulación computacional para el estudio de retículos de partículas en una, dos y tres dimensiones. Se presentan los resultados obtenidos de la modificación de diversos parámetros y condiciones iniciales del sistema de partículas en interacción, que permiten ilustrar su aplicación en el estudio de procesos de participación social, como es la conducta de votación. Se muestra cómo estas herramientas permiten probar diversas hipótesis de los procesos sociales de votación genuina, los cuales no son posibles de estudiar directamente. Los resultados de la simulación computacional muestran la potencialidad de estos métodos para el estudio de fenómenos complejos y que es posible mostrar algunos factores que pueden determinar los cambios abruptos o críticos (transición de fase).

Palabras clave: sistemas complejos, dinámica social, modelos de votación, sistemas de partículas interactuantes.

ABSTRACT

In the study of stochastic models of particle interaction, there have been a number of mathematical procedures allowing to studying abstract entities interaction, under different situations of "influence" or mutual interaction. One of these is the voting model in one, two, and three dimensions.

This paper presents a brief summary of a model of interacting particles (IPS) in various dimensions and presents the results of their computer simulation to study lattices of particles in one, two, and three dimensions. The results present the modification of various parameters and initial conditions of the interacting particles system, allowing illustrating this application in the study of social participation processes, such as voting performance. Results show how these tools enable to test various scenarios of the social processes of political voting, which are not possible to study directly. The results of computer simulation show, in one side, the potential of these methods to study complex

phenomena and, in the other side, that it is possible to find some factors that may determine critical changes (Phase Transitions).

Keywords: complex systems, social dynamics, models of voting, interacting particles systems.

INTRODUCCIÓN

Un *sistema* es un conjunto de elementos o partes que interaccionan entre sí a fin de alcanzar un objetivo concreto. De aquí se desprenden dos implicancias fundamentales. Primero, que existe una influencia mutua entre sus elementos componentes, es decir, que el cambio experimentado en uno de ellos repercute y afecta inevitablemente al resto. Y segundo, que una serie de elementos reunidos (es decir, un conjunto), que no persigue un propósito común (un objetivo), de ninguna manera constituye un sistema. En síntesis, para que el comportamiento de un sistema esté adecuadamente descrito, es necesario conocer, además de sus elementos, las interacciones o relaciones entre ellos. Pero no sólo eso: también se requiere saber sus estados (los valores instantáneos de todos los elementos) y sus transiciones (los cambios dinámicos de esos estados).

Los *sistemas complejos* se caracterizan fundamentalmente porque su comportamiento es imprevisible. Sin embargo, complejidad no es sinónimo de complicación: este vocablo hace referencia a algo enmarañado, enredado, de difícil comprensión. En realidad, y por el momento, no existe una definición precisa y absolutamente aceptada de lo que es un sistema complejo, pero pueden darse algunas peculiaridades comunes. En primer término, está compuesto por una gran cantidad de elementos relativamente idénticos. Por ejemplo, el número de células en un organismo, o la cantidad de personas en una sociedad. En segundo lugar, la interacción entre sus elementos es local y origina un comportamiento emergente que no puede explicarse a partir de dichos elementos tomados aisladamente. Un desierto puede contener billones de granos de arena, pero sus interacciones son excesivamente simples comparadas con las que se verifican en las abejas de un enjambre. Por último, es muy difícil predecir su evolución dinámica futura; es decir, lo que ocurrirá más allá de un cierto horizonte temporal.

En la naturaleza se pueden encontrar una gran cantidad de ejemplos de sistemas complejos que se extienden desde la física hasta la neurología, desde la economía hasta la biología molecular, desde la sociología hasta las matemáticas. Por ese motivo, esta clase de sistemas no constituye un caso raro ni excepcional sino que se manifiesta en la inmensa mayoría de los fenómenos que se observan a diario. Sin embargo, y a pesar de su gran diversidad y abundancia, se pueden identificar conductas dinámicas genéricas, no importa su naturaleza (física, química, biológica o social); entre ellas, las leyes de crecimiento, la autoorganización y los procesos colectivos emergentes. Como ejemplos de sistemas complejos se pueden mencionar —entre otros— una célula, un cerebro, un organismo, una computadora, un ecosistema, una sociedad de insectos, un sistema inmunológico o una economía de mercado.

Estos *sistemas complejos* manifiestan propiedades denominadas por algunos autores como “emergentes”, es decir, el comportamiento de estos sistemas no depende del comportamiento de cada uno de sus elementos sino de su interacción: se autoorganizan y se adaptan.

Todas esas cuestiones, y otras muchas, son consideradas muy difíciles de estudiar y simular con técnicas clásicas, debido a que estos sistemas o redes (sociales, eléctricas, neuronales, etc.) contenían una gran cantidad de elementos con muchos grados de

libertad,¹ dándose entre éstos complejas interacciones no-lineales. Aunque se conozca el comportamiento de cada unidad que forma este tipo de sistemas (un individuo, una neurona, un transformador eléctrico, un grupo social, una colectividad, etc.), la suma de los comportamientos de esas unidades no informa sobre el comportamiento de la red o sistema en lo global.

Un aspecto fundamental es que en muchos de estos fenómenos colectivos es extraordinariamente difícil la realización de estudios empíricos; en particular, el probar en forma rigurosa hipótesis explicativas. Desde hace muchos años, en diversas disciplinas científicas se trabaja con modelos matemáticos y/o computacionales; sin embargo, los métodos clásicos para el estudio de los sistemas multivariados, son los sistemas de ecuaciones diferenciales parciales —en algunos casos, con características estocásticas—. Por las razones expuestas ha surgido la necesidad de nuevas formas de estudio de estos fenómenos multivariados. Es en esta perspectiva que surge el paradigma de investigación de los *sistemas complejos*, siendo uno de estos enfoques el modelo de partículas en interacción.

SISTEMAS DE PARTÍCULAS EN INTERACCIÓN (IPS)

El estudio de los Sistemas de Partículas en Interacción (IPS, por sus siglas en inglés) surgió en la década de los años 60, desarrollándose principalmente como una rama de la Mecánica Estadística aplicada al estudio de los denominados *sistemas complejos*. [1] Su evolución ha proporcionado nuevas herramientas y puede aplicarse al estudio de diversos campos, como son: redes neuronales, crecimiento de tumores, expansión de enfermedades o infecciones, interacciones conductuales en humanos y, en general, los denominados procesos de difusión. [2-4]

Durrett [5] presenta la definición general de los IPS e introduce diversas clases de estos sistemas. A continuación se presenta el modelo formal de los mismos:

Notación y terminología

1. Consideremos que las partículas interactuantes del sistema están representadas por un conjunto \mathbf{S} (ordinariamente finito) de puntos en un retículo (lattice) n -dimensional. Para la mayoría de los autores $\mathbf{S} = \mathbf{Z}^d$ con $d \geq 1$.
2. Sea \mathbf{F} un conjunto finito de valores que simbolizan los estados posibles de cada partícula en cada momento, el cual siempre está en uno de dos estados posibles: $\{0,1\}$ o $\{-1, 1\}$ (presencia-ausencia, ocupado-no ocupado, a favor-en contra).
3. Sea $\chi = \mathbf{F}^{\mathbf{S}}$ el conjunto de todas las funciones desde \mathbf{S} hasta \mathbf{F} . Si $\eta \in \chi$ entonces $\eta(x)$ da el estado en x , por lo que η describe la configuración del sistema.
4. Sea Λ igual al conjunto de todos los subconjuntos de \mathbf{S} . Si $\mathbf{a} \in \mathbf{F}$, el mapeo $\eta \rightarrow \{x: \eta(x) = \mathbf{a}\}$ da una correspondencia de 1-1 de Λ y de x . En algunos ejemplos Λ es un espacio de estado más conveniente que χ .

Descripción formal

Un IPS es un fuerte proceso de Markov con espacio de estado χ o Λ . Para demostrar resultados interesantes se asume que el proceso se describe mediante una función $c: \Lambda \times \chi \rightarrow [0, \infty]$ lo cual determina la evolución a través de la ecuación:

$$P(\eta_{t+\delta}(x) \neq \eta_t(x) \text{ para todo } \chi \in \Lambda \mid \eta_t = \eta) = \left(\sum_{B \supset A} c(B, \eta) \right) \delta + o(\delta) \quad \text{con } \delta \rightarrow 0 \quad [\text{Ec. 1}]$$

¹ Se entiende como grados de libertad (GDL) de un sistema el número de parámetros independientes que se necesitan para definir unívocamente su comportamiento en cualquier instante.

Es decir, $c(A,\eta)$ es la tasa a la que cambian los valores en todos los sitios en A cuando la configuración es η . En la mayoría de los modelos que se han estudiado $c(A,\eta)=0$ a menos que $|A|$, la cardinalidad de A , es 1 o 2, y en casi todos estos casos, el proceso es uno de los dos tipos siguientes:

- a) sistemas “*spin-flip*”: $c(A,\eta)=0$ a menos que $|A|=1$. En estos modelos sólo un sitio cambia su estado en un momento, lo que corresponde a: $c(\{x\},\eta)$ como $c(x,\eta)$.
- b) sistemas de partículas en movimiento (*particle motion*): $F=\{0,1\}$ y $c(A,\eta)=0$ a menos que $A=\{x,y\}$ y $\eta(x)=1, \eta(y)=0$ o que $|A|=1$. En estos modelos se marca la ubicación de las partículas. En el primer caso una partícula cambia de x a y ; en la segunda, aparece o desaparece.

Cada IPS depende de la naturaleza exacta de la interacción y de las herramientas que se utilicen para abordarlo. Cada fenómeno requiere de una formulación matemática específica, tal es el caso de los diferentes modelos generados en esta rama: modelo estocástico de Ising, modelo de votación, procesos de contacto, procesos de exclusión, procesos de difusión o propagación, modelo de autoorganización crítica (*self-organized critically*) etc. [6-12]

Los aspectos más comunes de los IPS son: [13]

1. Como se trata de procesos estocásticos, lo que interesa es observar la evolución de su comportamiento en tiempos relativamente grandes, es decir, lo que ocurre con la sucesión cuando $\rightarrow\infty$
2. Otro aspecto importante es analizar la ergodicidad del proceso, esto es, si el modelo tiende hacia alguna distribución estacionaria.
3. Es conveniente observar los estados iniciales, es decir, las distribuciones originales de las partículas en la red, para determinar, en la medida de lo posible, qué estados tienden hacia qué configuraciones.

Modelo de Votación

En este modelo cada sitio representa a una persona que puede tener una opinión a favor de uno u otro de varios partidos en disputa, a cada uno de los cuales se asigna un color diferente (estados). El proceso de votación se da por la interacción entre una partícula y sus vecinas más cercanas. En un momento determinado, la persona adopta la opinión o estado de cualquiera de sus vecinas o, contrariamente, puede transmitir la suya. Conforme transcurre el tiempo es posible observar la formación de bloques, de cuya pugna surge finalmente el consenso a favor de uno de ellos. [14,15] Es interesante observar el comportamiento y desarrollo de los bloques o configuraciones en la simulación, poniendo especial énfasis a lo que sucede en los límites de los agrupamientos.

La simulación de este proceso de IPS la realiza Durrett [16,17] en una, dos y tres dimensiones (D), por medio de varios modelos, tres de los cuales se analizan a continuación:

La notación matemática para este modelo en sus tres dimensiones es la siguiente [5:112-113]:

$$S = Z^d, F = \{0,1\}$$

$$C(x,\eta) = \sum_{y \in S} p(y) \mathbf{1}_{(\eta(x+y) \neq \eta(x))} \quad [\text{Ec. 2}]$$

donde:

$c(x,\eta)$ es la proporción de cambio de cada una de las partículas x cuando la configuración es $\eta \in [0,1] Z^d$, $p(y) \geq 0$ y $\sum_{y \in S} p(y) = 1$

Durrett describe el modelo de la siguiente forma: “En el modelo de votación los sitios pueden considerarse como casas de individuos que viven en una gran ciudad idealizada. Los estados **0** y **1** representan la opinión a favor o en contra de una proposición en particular. El individuo en x asigna un peso $p(y)$ a la opinión de la persona en $x+y$ y cambia su opinión con una proporción que es igual a la suma de los pesos de la opinión opuesta”. [5:113].

ESTUDIO EXPERIMENTAL SIMULACIONAL

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la simulación por computadora de un caso particular de los IPS: el modelo de votación en una, dos y tres dimensiones. Además, se presentan los resultados en el caso de dos de los modelos en 1-D y en 2-D cambiando las condiciones iniciales (configuración aleatoria vs. no-aleatoria).

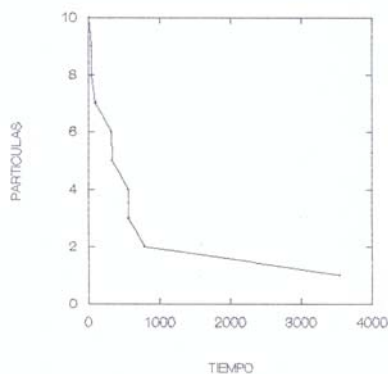
Modelo de votación en una dimensión

Este algoritmo simula el modelo de votación unidimensional con 198 sitios. El número de opiniones (estados) que compiten puede ir de 2 a 15, representados por diferentes colores. Consiste en una situación en donde los participantes se encuentran distribuidos en forma tal que cada partícula se comunica y puede ser influida por sus vecinos más cercanos (derecha, izquierda). En este modelo la configuración inicial es aleatoria. Las variables que se pueden manipular al inicio de la simulación son: tiempo de la simulación y número de colores (estados) que interactúan.

El sistema inicia eligiendo una partícula al azar en un momento determinado, ésta adopta al azar el estado (opinión) de uno de sus vecinos cercanos. Este mecanismo conduce al sistema hacia un consenso total y la atención se centra en cómo se forman configuraciones de partículas con la misma opinión y tienden a crecer o a ir cambiando su configuración.

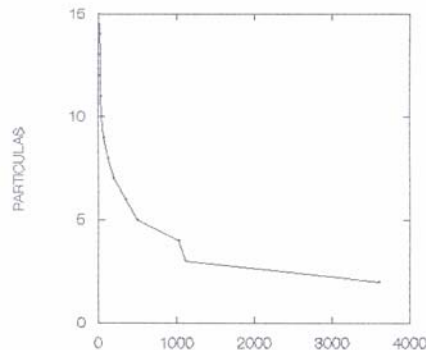
En las gráficas 1 y 2 se muestran las evoluciones de dos ejemplos con este modelo, con 10 y 15 estados respectivamente.

Gráfica 1. Simulación en 1-D con 10 estados (colores)



Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción para 10 partidos. El eje y representa la cantidad de partículas existentes en cada paso de la evolución.

Gráfica 2. Simulación en 1-D con 15 estados (colores)



Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción para 15 estados diferentes (colores).

Caso A. Simulación con 4 estados

Para simular el modelo en 2D con cuatro estados se construyó el siguiente algoritmo. Tenemos un retículo rectangular de 25x25 sitios (625 participantes), como votantes:

$$(0, 1, \dots, m - 1) (0, 1, \dots, n - 1).$$

Cada sitio tiene cuatro vecinos; los vecinos de (i, j) son:

$$(i + 1, j), (i - 1, j), (i, j + 1), \text{ y } (i, j - 1),$$

Con esta estructura de vecinos, nuestro conjunto de sitios topológicamente es toroidal (una rosquilla en forma de superficie).

Cada sitio puede estar en cualquiera de 4 diferentes estados, indicados por diferentes colores (azul, verde, rojo o amarillo). Inicialmente, a cada sitio se le asigna al azar uno de los estados posibles (colores). Sin embargo, el sistema puede configurarse para que el estado de un sitio pueda seleccionarse de una lista determinada.

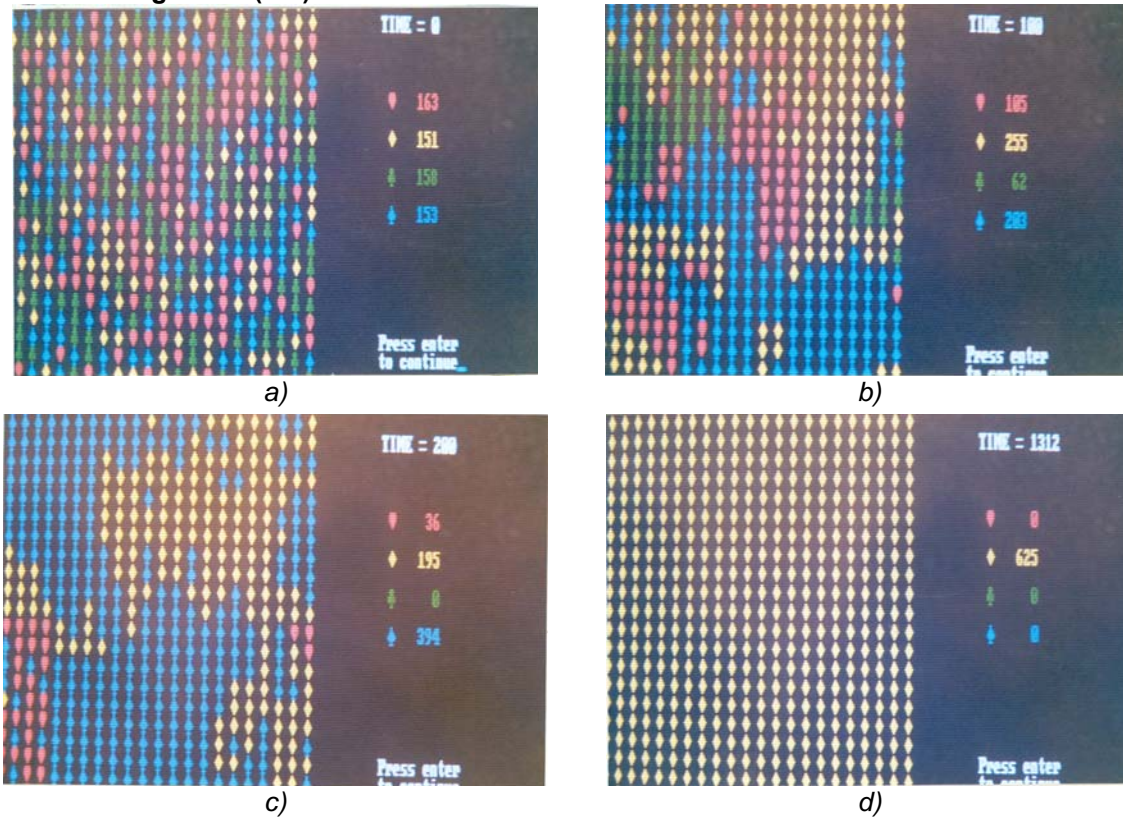
El tiempo de evolución de este sistema es discreto, y la dinámica del proceso de votación en cada tiempo de evolución es como sigue: en cada momento t ,

1. Un sitio es elegido al azar (cada sitio tiene la misma probabilidad de ser elegido),
2. Un vecino de este sitio es elegido al azar (cada uno de los 4 vecinos tiene la misma probabilidad de que sea elegido).
3. El estado del sitio seleccionado se cambia al estado del vecino seleccionado.

Para que todos los sitios tengan el mismo color, es decir, para que lleguen a consenso, el lapso de tiempo requerido es del orden de $C \log n$. Se puede observar gráficamente la evolución de la simulación. En cada actualización se lleva un registro del conteo de partículas de cada estado; generalmente, el sistema se detiene cuando todas las partículas llegan a tener un mismo estado.

En las figuras 2 (a-d) se muestra un ejemplo con las configuraciones inicial, dos intermedias y final de una simulación tipo.

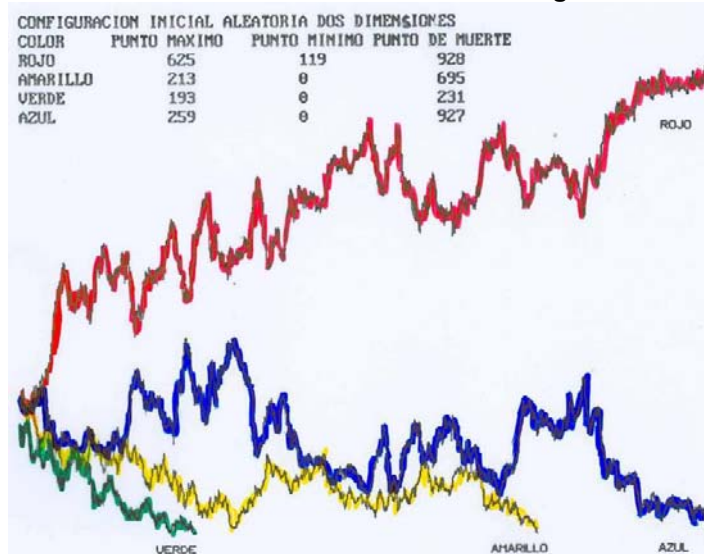
Figuras 2 (a-d). Evolución de la simulación en 2-D con cuatro estados



Resultados de la simulación de un proceso de interacción entre cuatro estados (representados por colores y figuras diferentes) en diferentes momentos: inicial (a), intermedios (b, c) y final (d)

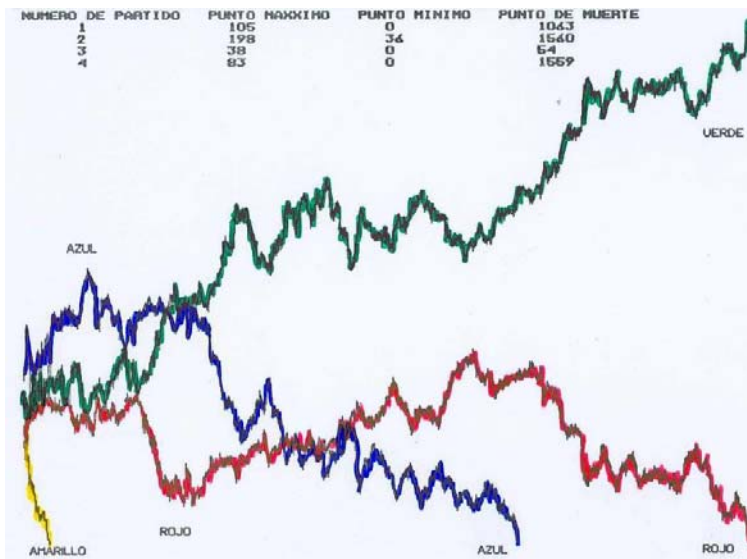
Es claro que entre más vecinos del mismo estado se tengan, la probabilidad de lograr el consenso (“ganar”) es mayor. En las gráficas 3 y 4 se muestra el comportamiento de las partículas en diversos tiempos de evolución. En la primera simulación el sistema lleva al consenso en 928 pasos y en la segunda, en 1640 pasos.

Gráfica 3. Simulación en 2-D con cuatro estados. Configuración inicial aleatoria



Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción entre los 4 partidos

Gráfica 4. Simulación en 2-D con cuatro estados. Configuración aleatoria



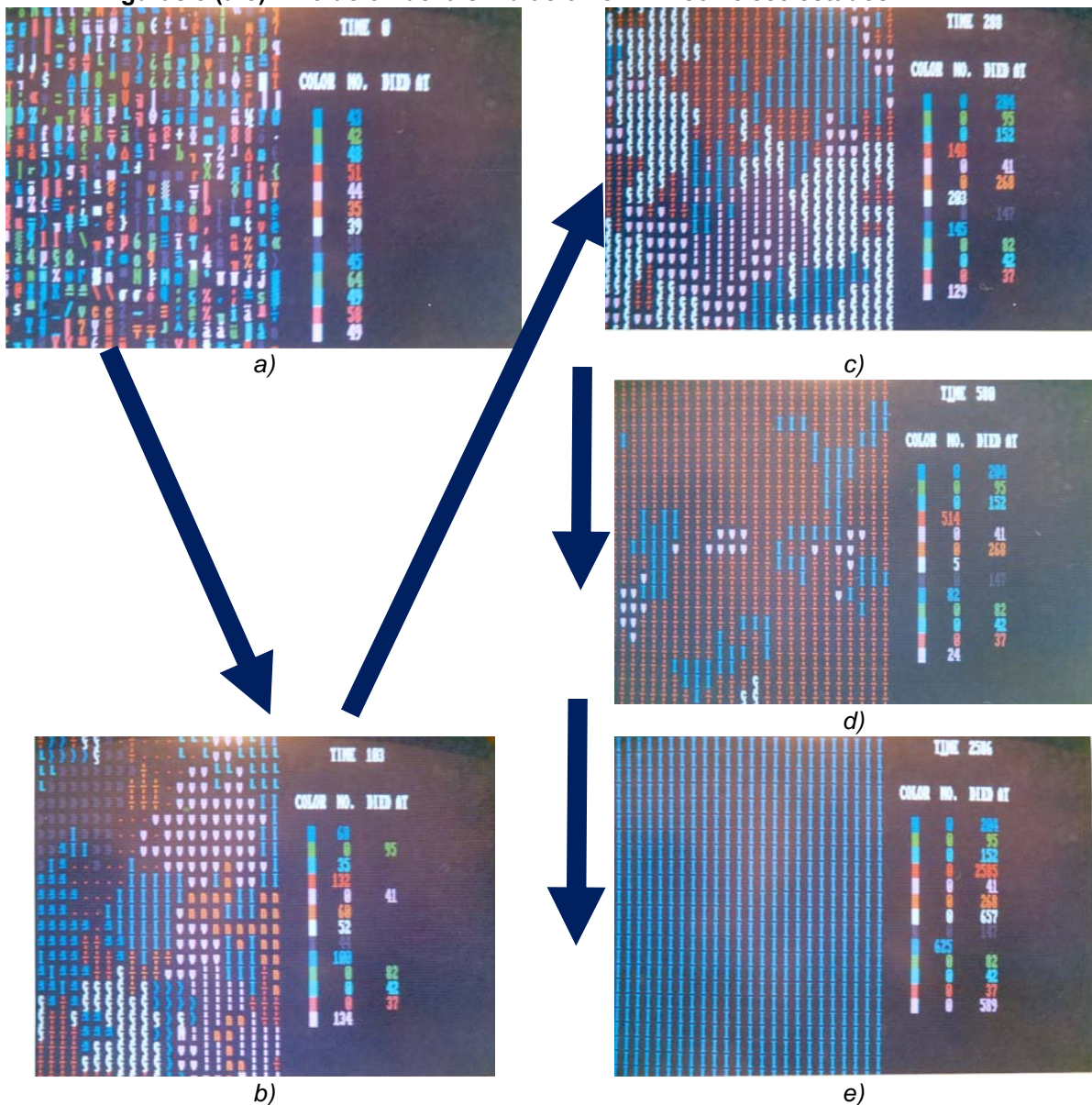
Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción entre los 4 partidos

Caso B. Simulación con 13 estados

Este algoritmo simula el modelo de votación en 2-D en un cuadrado de 20 x 25 sitios, en el cual a cada sitio se asigna, en forma aleatoria, uno de 2912 estados posibles, es decir, la combinación de 224 caracteres ASCII y 13 colores elegidos al azar ($224 \times 13 = 2912$). El parámetro en el programa original que se puede seleccionar es el tiempo requerido para observar un determinado número de interacciones, o si se desea que el sistema llegue al consenso se puede dejar el programa corriendo hasta que termine (generalmente arriba de 3,000 unidades de tiempo promedio, de acuerdo con los experimentos realizados).

En las figuras 3 (a-e) se muestra un ejemplo con las configuraciones inicial, intermedias y final de una simulación tipo.

Figuras 3 (a-e). Evolución de la simulación en 2-D con trece estados



Resultados de la simulación de un proceso de interacción entre trece estados (representados por colores diferentes y figuras) en varios momentos: inicial, intermedios y final

Como puede observarse en las secuencias fotográficas, conforme transcurre el tiempo y el sistema evoluciona, las partículas de cada partido se agrupan en bloques que compiten entre sí, de tal manera que se van eliminando hasta que sólo interactúan dos partidos (ver figuras 3c y 3d). En general, se observó que una vez formados los bloques la pugna generalmente se lleva a cabo en los límites. Finalmente, uno de los partidos puede lograr ganar y los 625 sitios quedan ocupados por ese estado (ver figuras 3e y 3d).

Caso C. Modelo en 2-D con cuatro estados, con configuración inicial no-aleatoria

Los casos anteriores se refieren a la asignación aleatoria de estados (colores) a sitios en un cuadrado uni y bidimensional. Con el fin de observar el efecto de las interacciones cuando a un estado se le asigna una determinada cantidad de sitios (configuración inicial

no-aleatoria), se realizó una modificación al programa con el fin de variar el porcentaje de partículas que interactúan inicialmente de cada estado.

En la tabla 1 se presentan las diferentes configuraciones iniciales que se variaron (Diseño experimental), con la finalidad de encontrar un valor “crítico” a partir del cual un partido o estado determinado tiene la mayor probabilidad de llegar al consenso, de acuerdo con la cantidad de elementos o “adeptos” que inicialmente tiene al empezar a aplicarse la regla de interacción y que el sistema evolucione.

Tabla 1. Configuraciones iniciales no-aleatorias para la simulación del modelo en 2-D con cuatro estados

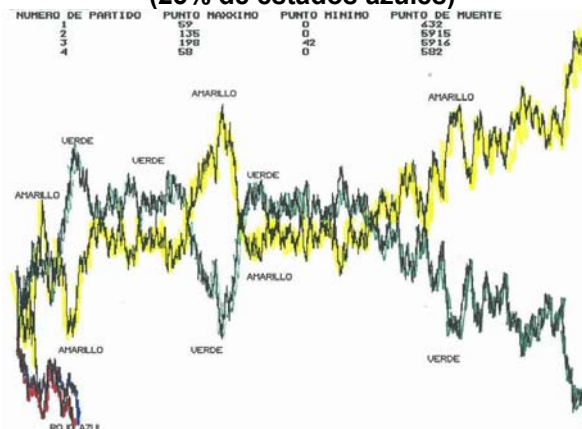
% SITIOS AZULES	PARTIDOS			
	ROJO	AMARILLO	VERDE	AZUL
25	156	156	156	157
30	145	145	145	190
35	135	135	136	219
40	125	125	125	250
45	114	114	114	243
50	104	104	104	313
55	95	93	93	344
60	83	83	83	376
65	73	72	73	407
70	62	62	63	438
75	52	52	52	469
80	41	41	41	502
85	31	31	31	532

*Diseño experimental para el caso C.
13 configuraciones iniciales para la simulación del modelo.*

En la gráfica 5 se muestra el comportamiento tipo de una configuración inicial de partículas distribuidas equitativamente en la red (22% de un partido y el resto en proporciones iguales a los demás). A pesar de tal equilibrio, dos de los partidos se extinguen rápidamente (en los tiempos 582 y 632, respectivamente), mientras que los otros dos partidos interactúan hasta el tiempo 5916.

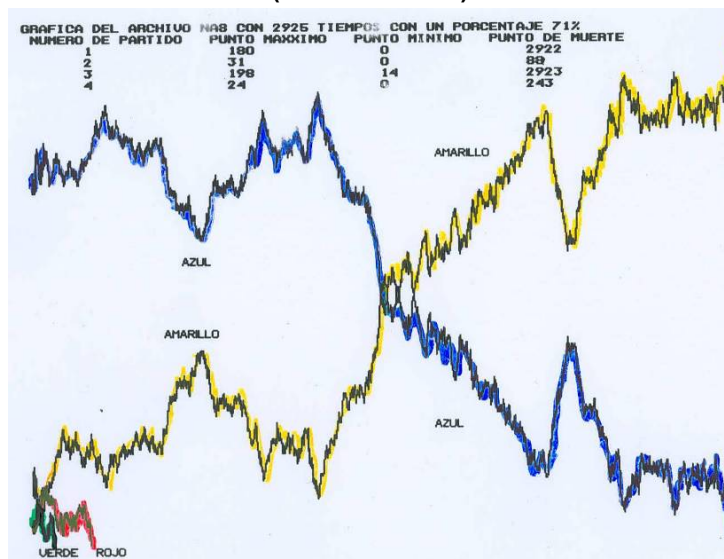
En las gráficas 6 y 7 se presentan las simulaciones para los casos de porcentajes de 71% y 85% de sitios azules en la configuración inicial.

Gráfica 5. Evolución del sistema con configuración inicial no-aleatoria (25% de estados azules)



Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción entre los 4 partidos

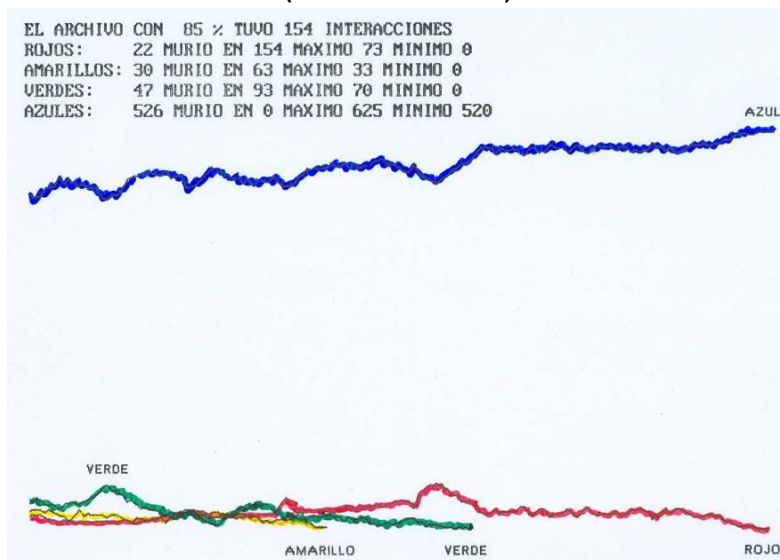
Gráfica 6. Evolución del sistema con configuración inicial no-aleatoria (71% de azules)



Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción entre los 4 partidos

Distribuidos de esta manera, se esperaría que el estado azul lograra el consenso y que los demás se extingan con cierta rapidez, lo cual no sucede. Como se puede observar, uno de los partidos minoritarios en la configuración inicial llega incluso a rebasar el número de partículas del partido mayoritario, e incluso lo supera y gana el consenso (estado amarillo). Esto pudiera deberse a la interacción entre cantidad de partículas y su distribución en el sistema, lo cual permite la aparición de agrupamientos “exitosos” que se difunden en el transcurso de la simulación. Este fenómeno se asemeja a procesos de influencia social denominados “minoritarios”, en donde una “minoría activa” presenta este tipo de manifestación. [18,19]

Gráfica 7. Evolución del sistema con configuración inicial no-aleatoria (85% DE AZULES)



Evolución en tiempo de la cantidad de partículas en interacción

Comparación de resultados en ambas condiciones: configuración inicial aleatoria vs. no-aleatoria

En la tablas 2 y 3 se presentan los resultados de 30 simulaciones diferentes en 1-D y en 2-D respectivamente, con configuraciones iniciales aleatorias, en donde se puede apreciar las diferentes dinámicas de los sistemas.

Tabla 2. Una dimensión. Configuración inicial aleatoria

CORRIDAS	ESTADOS (PARTIDOS)				PASOS TOTALES
	ROJO	AMARILLO	VERDE	AZUL	
1	1271	*****	2525	426	2526
2	*****	636	2604	1469	2605
3	*****	769	2675	12728	12728
4	625	115	2675	*****	2655
5	*****	671	3645	1397	3646
6	*****	1298	66	2592	2593
7	*****	2163	501	306	2164
8	912	30	*****	643	913
9	1386	764	46	*****	1387
10	513	2612	*****	9701	9702
11	169	*****	690	4472	4473
12	6669	24	*****	823	6670
13	676	4475	459	*****	4476
14	2288	195	1304	*****	2289
15	2190	11396	2388	*****	11397
16	644	1648	87	*****	1649
17	*****	1367	34	101	1368
18	784	*****	172	292	785
19	460	*****	4181	1715	4182
20	*****	102	814	8822	8823
21	675	1690	*****	5460	5461
22	786	1048	*****	256	1049
23	3452	361	*****	853	3453
24	652	303	*****	5723	5724
25	*****	738	14844	308	14845
26	*****	104	10488	342	10489
27	7340	176	*****	2324	7341
28	452	5839	*****	1915	5840
29	467	*****	903	6279	6280
30	*****	2688	77	1158	2689
	33.33%	16.66%	30.00%	20.00%	$\mu = 5006.60$ $\sigma = 3772.19$

Nota: ***** = llegó a consenso

Pasos en que cada partido va "desapareciendo" en el sistema, pasos totales necesarios para llegar al consenso y % de veces que cada partido llega al consenso

Tabla 3. Dos dimensiones. Configuración inicial aleatoria

PARTIDOS					
CORRIDAS	ROJO	AMARILLO	VERDE	AZUL	PASOS TOTALES
1	176	771	481	****	772
2	1718	991	917	****	1719
3	348	****	2079	103	2080
4	****	152	1645	600	1646
5	300	1362	****	161	1362
6	****	259	878	752	878
7	924	172	****	1949	1950
8	218	1069	1286	****	1287
9	1120	****	1023	683	1121
10	207	****	168	1946	1947
11	293	****	609	1012	1013
12	2073	82	657	****	2074
13	215	****	1599	115	1600
14	****	255	499	273	500
15	2051	****	47	252	2052
16	192	****	1209	549	1210
17	491	106	423	****	424
18	352	1516	****	565	1517
19	****	129	414	568	569
20	****	534	1319	373	1320
21	144	701	****	559	701
22	****	306	524	1640	1641
23	1641	****	166	1622	1642
24	55	****	364	1111	1112
25	****	91	512	1304	1305
26	198	390	217	****	391
27	502	****	54	192	503
28	****	413	83	2620	2621
29	450	****	299	858	859
30	558	171	1266	****	1267
	25.00%	38.00%	13.80%	23.00%	$\mu=1246.74$ $\sigma = 598.44$

Nota: **** = llegó a consenso

Pasos en que cada partido va "desapareciendo" en el sistema, pasos totales necesarios para llegar al consenso y % de veces que cada partido llega al consenso

En las tablas 4 y 5 se presentan los resultados de 30 simulaciones diferentes en 1-D y en 2-D respectivamente, con configuraciones iniciales no-aleatorias (descritas en la tabla 1), en donde se puede apreciar las diferentes dinámicas de los sistemas.

Tabla 4. Una dimensión. Configuración inicial no-aleatoria

% SITIOS AZULES	PARTIDOS				PASOS TOTALES
	ROJO	AMARILLO	VERDE	AZUL	
25	****	542	6205	1235	6306
30	4378	9754	164	****	9755
35	229	****	4614	1938	4615
40	496	****	81	1663	1664
45	****	82	11003	589	11004
50	597	****	370	2763	2764
55	126	1993	****	14422	14423
60	81	837	2330	****	2331
65	102	200	****	12773	12774
70	186	994	17	****	995
75	36	189	528	****	529
80	339	****	129	4879	4880
85	36	2	1734	****	1735
	15.38%	30.76%	15.38%	38.46%	$\mu= 5675$ $\sigma=4776.44$

Nota: **** = llegó a consenso.

Pasos en que cada partido va “desapareciendo” en el sistema, pasos totales necesarios para llegar al consenso y % de veces que cada partido llega al consenso

Tabla 5. Dos dimensiones. Configuración inicial no-aleatoria

% SITIOS AZULES	PARTIDOS				PASOS TOTALES
	ROJO	AMARILLO	VERDE	AZUL	
25	80	525	1064	****	1065
30	299	250	564	****	565
35	1747	****	247	533	1748
40	****	289	37	533	534
45	170	192	1333	****	1334
50	802	399	73	****	803
55	****	438	122	385	439
60	202	366	162	****	367
65	222	80	277	****	278
70	56	1186	443	****	1187
75	160	70	1455	****	1456
80	64	10	93	****	94
85	154	63	93	****	155
	15.38%	7.69%	0.00%	76.90%	$\mu= 771.15$ $\sigma = 536.51$

Nota: **** = llegó a consenso

Pasos en que cada partido va “desapareciendo” en el sistema, pasos totales necesarios para llegar al consenso y % de veces que cada partido llega al consenso

Al comparar estos resultados obtenidos, se observan diferencias significativas en el desarrollo de los agrupamientos o bloques de partículas del mismo estado (partido) así como el porcentaje de veces que una opinión llega al consenso. Se observa claramente como la evolución del sistema con configuración no-aleatoria en una dimensión, no se ve afectada en forma significativa por las condiciones iniciales; sin embargo, en el de dos dimensiones las condiciones iniciales si afectan al mismo. En la tabla 5 también se observa un punto “crítico” de cuando una opinión o estado con cierto porcentaje de miembros afiliados llega al consenso, siendo del orden de 55-60%.

Experimentos similares se realizaron para los programas en 2-D con 13 estados y 1-D con 10 y 15 estados. Se observó el mismo comportamiento que en el modelo anterior. [20] La simulación en 3-D se realiza en un cubo de 25 x 25 x 25.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Los sistemas de partículas en interacción proporcionan una herramienta para analizar fenómenos de diferentes niveles de complejidad y campos, como son procesos sociales, expansión y difusión de fuego y rumor, dispersión de enfermedades, etc.

En este trabajo se presentó una generalización y análisis experimental de la interacción entre grupos de partículas aplicado a un fenómeno social específico: la pugna entre partidos a lo largo de un proceso de votación.

En conclusión se muestra cómo se puede simular un sistema de partículas en interacción particular: la conducta de voto, en donde:

- a) La opinión de la partícula “**x**” al tiempo “**t**” cambia en razón del número de vecinos de opinión distinta a la suya entre el total de vecinos que tiene.
- b) La interacción entre una partícula y sus vecinas es un fenómeno meramente local. Habrá mayor probabilidad de que adquiera una opinión contraria si se encuentra rodeada por una gran cantidad de partículas de otro partido.
- c) La distribución de partículas semejantes al inicio del proceso puede ser un factor importante a considerar, entre más aleatoria sea esta distribución inicial, más difícil será llegar al consenso (debido a las posibilidades de comunicación o interacción entre sus miembros).
- d) En los casos de dominancia cuantitativa se reproducen efectos como la aparición y casi desaparición de un partido, como ocurre en la política en el largo plazo (procesos de equilibrios políticos graduales).
- e) Cuando un partido es muy fuerte tiende a mantener o aumentar su dominancia, como ocurre en situaciones reales.
- f) El porcentaje de miembros de cada partido también es importante (aunque menos que el de la distribución).
- g) En las simulaciones se puede observar que, bajo ciertas circunstancias, aparece el fenómeno de “minorías activas” ya mencionado; fenómeno que afecta sustancialmente los procesos políticos. [19]
- h) En las diferentes simulaciones se mostró cómo ocurren situaciones que en el estudio de sistemas complejos aparecen en muy diferentes fenómenos: la transición de fase o de cambio crítico. [21,22]

Sobre este modelo es posible implementar otra serie de variables y elementos para hacer más rica la interacción del sistema colectivo. Por ejemplo, analizar la dinámica del mismo cuando a un estado determinado (partido o posición) se le da mayor peso de influencia; esto es, analizar la relación entre peso o fuerza del partido vs. la cantidad de adeptos al mismo. Otro ejemplo a experimentar podría ser analizar el efecto de la constitución de alianzas entre partidos; esto es, que dos partidos (A y B) se puedan fusionar en un tercero (C), bajo ciertas circunstancias, como sería cuando les queden menos del 20% de miembros; y ver cómo estas alianzas afectan la evolución del sistema (si logran el consenso a pesar de la desventaja numérica).

Este modelo puede representar una opción para formalizar el estudio de fenómenos complejos en situaciones acotadas, en donde las partículas se ven influenciadas sólo por sus vecinos más cercanos. El caso de modelos para dimensiones mayores a 2 sigue siendo complicado, es necesario seguir trabajando y mejorando este tipo de modelos debido a que estos últimos se aproximan más a los fenómenos reales. En este sentido, cabe mencionar los avances que se han logrado en este campo del IPS mediante la

mejora de estos algoritmos en diferentes fenómenos. Ejemplos de ello, son los trabajos presentados en la Escuela del Instituto Isaac Newton en U. K., con el tema “*Non-equilibrium dynamics of Interacting Particles Systems*”, en marzo-abril de 2006 (programa y abstracts en: <<http://www.newton.cam.ac.uk/programmes/PDS/pdsw02.html>> y los trabajos más recientes de <Durrett> y cols. [4,6,23,24] y <Liggett> [3,10].

REFERENCIAS

[1] Liggett, T. (1985). *Interacting Particle Systems* (New York: Springer, Series of Comprehensive Studies in Mathematics, 276). Se reimprimió en Heidelberg/Springer Berlin, 2005 (en su serie *Classics in Mathematics*).

[2] Durrett, R. (1995). Ten Lectures on Particle Systems, *Lecture Notes in Mathematics* 1608 (Heidelberg/Springer Berlin).

[3] Liggett, T. M. (2002). “Interacting Particle Systems — An Introduction”. Conferencias impartidas en la Escuela y Conferencia sobre *Probability Theory* en el *International Center for Theoretical Physics*, Trieste, mayo 13-17. [En línea]. Disponible en: <http://users.ictp.it/~pub_off/lectures/lns017/Liggett/Liggett.pdf>, consulta: febrero 20 de 2008.

[4] Cox, J. T., R. Durrett & E. A. Perkins. (2000). “Rescaled voter models converge to super-Brownian motion”, *The Annals of Probability*, Institute of Mathematical Statistics, Ithaca, New York, USA, vol. 28, no. 1, pp. 185-234.

[5] Durrett, R. (1981). An introduction to Infinite Particles Systems, *Stochastic Processes and their Applications*, St. Louis, MO, USA: Elsevier, no. 11, pp. 109-150.

[6] Durrett, R. & Paul Jung. (2007). “Two phase transitions for the contact process on small worlds”, *Stochastic Processes and their Applications*, no. 117, pp. 1910-1927, [En línea]. Disponible en: <<http://www.math.cornell.edu/~durrett/smw/smallworld0308.pdf>>, consulta: febrero 18 de 2008.

[7] Dorogovtsev, S. N. (2006). “New critical phenomena in complex networks”, Taller del *Issac Newton Institute: Non-equilibrium Dynamics of Interactive Particles Systems*, GB, 27 marzo- 7 abril, resumen [en línea]. Disponible en: <<http://www.newton.cam.ac.uk/programmes/PDS/Abstract2/dorogovtsev.html>>, consulta: febrero 18 de 2008.

[8] Durrett, D. & E. A. Perkins. (1999). “Rescaled contact processes converge to super-Brownian motion in two or more dimensions”, *Probability Theory and Related Fields*, New York: Springer, no. 114, pp. 309-399.

[9] Wagner, A. B. & Venkat Anantharam. (2002). “Designing an Interacting Particle System: Optimization of the Piecewise-Homogeneous Contact Process”, *2002 Conference on Information Science and Systems*, Princeton University, USA, marzo 20-22. [En línea]. Disponible en: <<http://www.eecs.berkeley.edu/~anant/2002+/Aaron/cisspaper.pdf>>, consulta: diciembre 12 de 2007.

[10] Liggett, T. M. (1997). “Stochastic models of interacting systems”, *The Annals of Probability*, Institute of Mathematical Statistics, Ithaca, New York, USA, vol. 25, no. 1, pp. 1-29.

[11] Cox, T. & Griffeath, D. (1986). “Diffusive clustering in the two dimensional voter model”, *The Annals of Probability*, Institute of Mathematical Statistics, Ithaca, New York, USA, no. 14, pp. 347-370.

- [12] Mayol Cuevas, W.; Fernández Liz, J.; Vargas-Medina, E. & Figueroa-Nazuno, J. (1991). "Análisis de la dinámica de un sistema de partículas en interacción en 1 y 2D", *XXXIV Congreso Nacional de Física*, 21-25 de octubre, resumen publicado en: *Suplemento del boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, 5-2.
- [13] De Alba González, M.; Vargas-Medina, E., Contreras Ibáñez, C. & Figueroa-Nazuno, J. (1989). "Modelo de votación: un modelo para el estudio de partículas en interacción en 1, 2 y 3 dimensiones", *XXXII Congreso Nacional de Física*, León, Gto., México, 23-27 de octubre.
- [14] Canto, J. M. y Gómez, L. (1996). "Influencia social en el cambio de los estereotipos", *Psicothema*, vol. 8, no. 1, pp. 63-76. [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/727/72780105.pdf>, consulta: diciembre 22 de 2007.
- [15] Canto, J. M., Navarro, C. y Fraegel, H. (2000). "Actitudes políticas, autopercepción ideológica y conducta de voto", en A. Ovejero, M. M. Moral y P. Vivas. *Aplicaciones en psicología social*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- [16] Durrett, R. (1988). "Crabgrass, Measles and Gypsy Moths: An introduction to Interacting Particle Systems", *The Mathematical Intelligencer*, New York: Springer, vol. 10, no. 2, pp. 37-47.
- [17] Durrett, R. (1989). "Lecture Notes on Particle Systems and Percolation", (Wadsworth, Belmont, CA).
- [18] González, L. y Canto, J. M. (1995). "La influencia minoritaria en psicología social: apuntes para una reconstrucción histórica", *Revista de Psicología Social*, Universidad de La Rioja, España, vol. 10, no. 1, pp. 75-99.
- [19] Salgado Lévano, A. C. (2006). "Conceptualización sobre psicología política y una mirada a sus investigaciones durante los últimos años", *Liberabit. Revista de Psicología*, Universidad de San Martín de Porres, Perú, no. 12, pp. 95-106. [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/686/68601210.pdf>, consulta: enero 12 de 2008.
- [20] Mayol Cuevas, W.; Fernández Liz, J.; Vargas-Medina, E. & Figueroa-Nazuno, J. (1993). "Un modelo matemático y su simulación de un proceso de participación social: el voto", *III Congreso Nacional de Psicología Social*, México, D. F., México, 15-18 de junio.
- [21] Martin, O. C., Monasson, R. & Zecchina, R. (2001). "Statistical Mechanics Methods and Phase Transitions in Optimization Problems", *Theoretical Computer Science*, New York, USA: Elsevier, vol. 265, no. 1-2, pp 3-67.
- [22] Figueroa Nazuno, J. y E. Vargas Medina (1992). "Los sistemas complejos: una nueva forma de análisis en las ciencias contemporáneas", en: Campos, Miguel Ángel, y Roberto Varela (eds.), *Prospectiva social y revolución científico-tecnológica*, México: UNAM-UAM, pp. 73-79.
- [23] Durrett, R. & C. Neuhauser (1994). "Particle systems and reaction diffusion equations", *The Annals of Probability*, Institute of Mathematical Statistics, Ithaca, N. Y., USA, no. 22, pp. 289-333.
- [24] Cox, J. T., R. Durrett & E. A. Perkins. (1999). "Rescaled particle systems converging to super-Brownian motion", en M. Bramson & R. Durrett, editors, *Perplexing Problems in Probability: Festschrift in Honor of Harry Kesten*, Birkhäuser, Basel.

Comentarios sobre “Prospectiva, gobernabilidad y riesgo político” de los autores: Tomás Miklos, Edgar Jiménez y Margarita Arroyo

[Sonia Comboni Salinas](#)

[División de Ciencias Sociales y Humanidades,
Departamento de Relaciones Sociales,
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco
E-mail: \[scomboni@correo.xoc.uam.mx\]\(mailto:scomboni@correo.xoc.uam.mx\)](#)

[Recibido: Junio 16, 2008. Aceptado: Junio 18, 2008](#)

Evidentemente fue para mí un placer leer este libro escrito [1] de manera tal, que nos permite caminar por sus páginas con fluidez, entusiasmo y motivación creciente. Tiene un estilo ágil y pedagógico, ya que va construyendo los conceptos progresivamente y en cada caso los va ilustrando con diagramas, cuadros y ejemplos de aplicación real de programas de planeación prospectiva y política pública aplicados en diversos países del orbe nos conduce a través de un debate muy bien informado entre diversos autores lo que nos ayuda a visualizar algunos enfoques de la gobernabilidad, las teorías del desorden, del caos y los análisis del riesgo y del riesgo político, así como de la incertidumbre, estigmas de nuestro presente. La organización del libro, en dos partes y en capítulos, hace accesible la comprensión y la profundización en sus temáticas. A través de los capítulos sobre el Rol de la prospectiva en las políticas públicas, la prospectiva territorial y, finalmente, las metodologías de abordaje de la prospectiva nos ayudan a construir poco a poco los conceptos teóricos y su complejidad, así como sus formas de aplicación.

Los autores parten de la vinculación de la planeación estratégica con la prospectiva, para generar procesos de planeación democrática que permitan construir políticas públicas viables, a partir de un análisis de lo que implica la relación de la prospectiva, desde sus significados como concepto, la estrategia y su relación con la política pública, profundamente anclada en la participación y en la edificación de una ciudadanía involucrada, participante, informada y actuante que permita la construcción de un futuro común. Pensado el futuro como ámbito de acción y a la prospectiva como su representación, se trata de introducir al lector a la innovación con el fin de enfrentar situaciones originales en ambientes cambiantes.

A partir de ello, los autores se preguntan: ¿cuál (o cuáles) es el papel (o los papeles) que la prospectiva cumple en la función pública y en los procesos de elaboración de las decisiones públicas (de las políticas)?

Un principio de respuesta está en el planteamiento de indisociabilidad de la estrategia, como innovación, con la prospectiva en tanto proceso de Reactividad/Preactividad/Proactividad en dos fases: exploración colectiva de los retos del

futuro ¿qué puede ocurrir?; y otra, normativa: definición de estrategias posibles y deseables ¿qué podemos hacer? De esta manera la prospectiva impone el requisito de conocer y razonar; la flexibilidad que el consenso requiere para la construcción de futuros posibles. La política es entonces el espacio de construcción de compromisos institucionales a partir de interpretar necesidades colectivas y de introducir el futuro: el cambio deseado y posible.

Los autores introducen un elemento novedoso y muy interesante: el de la complejidad, el cual, dicen, se expresa en la toma de conciencia de la multiplicidad de los sujetos sociales y de los aparatos de gobierno; asimismo, por la diferenciación, en forma contradictoria, de las demandas ciudadanas, de los espacios y de los tiempos políticos, que se pluridimensionan. Esto hace que los gobiernos aumenten su estratificación y provoca que los asuntos en discusión y las decisiones sobre las políticas públicas tengan efectos diferentes en poblaciones cuyas exigencias se diversifican y contradicen. Por lo que la sociedad se vuelve poco transparente, inestable y muy imprevisible.

Luego entonces, se requiere un paradigma para las decisiones públicas que se centre en lo que se llamaría gestión de la incertidumbre/contingencia, que incorpore la imprevisibilidad al diseño de sus políticas, que asuma la contrariedad como elemento de cambio y de oportunidad a lo novedoso. Ello hace que las políticas públicas se conviertan en acciones más o menos sustentables y compatibles, producto de negociaciones y compromisos, cuya naturaleza es la constante revisión de lo acordado y lo comprometido.

Este proceso de hacer compatible lo deseado con lo posible, sin soslayar los objetivos del compromiso institucional (las políticas públicas), implica una subordinación de la gestión y de los gestores a la contingencia de los acuerdos políticos; en contraparte, exige a la política y a los políticos respetar lo posible real. Más que calcular o, si se quiere, antes de gestionar, el diseño de las políticas públicas requiere de la promoción de acuerdos sustentables.

Esta mirada compleja requiere, plantean los autores, de una construcción holística, es decir, de una construcción que permita ver el todo y sus partes. En este sentido, la complejidad significa que, debido a las dependencias recíprocas, ningún sistema social puede declarar su visión del mundo como la única posible, ya que a partir de ella no se puede comprender la operación de todos los otros.

El enfoque construido desde lo complejo con una visión holística introduce una perspectiva muy interesante y contingente frente a las situaciones sociales multirreferenciales que hoy vivimos, proponiendo a la planeación estratégica y a la prospectiva, no únicamente como herramientas de la acción gubernamental, sino también de la sociedad organizada o sociedad civil participativa, lo que nos lleva a afirmar que la prospectiva, tanto en su vertiente de planeación como en la de evaluación, se constituye en una verdadera alternativa estratégica y táctica para que la sociedad devenga diseñadora y constructora dinámica de su propio futuro, del mejor futuro que resulte deseable y posible.

Un elemento que resulta muy interesante, incorporado de manera novedosa en el planteamiento de los autores, es la territorialización, es decir, la localización y regionalización de los problemas sociales como efectos de los procesos de globalización, profundizando la complejidad de las sociedades y haciendo proliferar nuevas configuraciones sociales. Evidentemente estos planteamientos van relacionándose de alguna manera con algunas de las líneas conductoras de análisis desarrolladas en la segunda parte del libro.

De acuerdo con los autores, la emergencia de una sociedad sujeta a procesos abiertos, multidimensionales, hace que los ejercicios de construcción de políticas públicas se tornen complejos. Entonces la fuerza de los procesos descentralizadores, el retroceso del Estado, la movilización ciudadana, así como el aumento de la incertidumbre social, empujan a los gobiernos a construir sus políticas públicas desde abajo y en concreto, urgiéndolos a crear una arquitectura, es decir, un tejido que permita legitimarlas y hacerlas más eficientes, creando conjuntos que intentan ligar lo local con lo global, lo de abajo con lo de arriba, haciendo que los enfoques de planeación prospectiva se apliquen de manera vertical, horizontal y transversal. El enfoque de lo territorial nos lleva a novedosos planteamientos de acción ciudadana y a preguntas tales como ¿quién participa y cómo?, ¿existen espacios participativos suficientes y representativos a la vez?, ¿quién toma las decisiones?, demostrando la necesidad de un paradigma que permita un aumento en el volumen y distribución de la información. Ello implica la creación de redes asociativas que dispongan de tiempo y de racionalidad para analizar información múltiple y diversa; y, a la necesidad de la voluntad política para construir consensos que superen las visiones localistas o globalistas, permitiendo las relaciones entre lo local y lo regional, lo nacional y lo global.

Esta primera parte concluye con una exposición acertada y muy completa de los enfoques metodológicos y las técnicas que permitirán, en su caso, la aplicación de la prospectiva como base para la elaboración de las políticas públicas, lo que en términos generales, implica tomar en cuenta:

1. La multiplicidad de futuros relacionados con los fenómenos complejos
2. El futuro no sólo es un potencial objeto de pronóstico probabilístico, sino el resultado de acciones sobre las que en ocasiones puede tenerse influencia directa o tangencial significativa; y, finalmente
3. Comprender la velocidad del cambio de los fenómenos, cuyos futuros se busca delinear, lo cual es pieza clave de la calidad de los pronósticos formulados.

Por su parte la metodología prospectiva plantea que deben tomarse en cuenta tres etapas: conocer, diseñar y construir, incorporando a este proceso el futurible para interpretar el pasado y luego diseñar y construir el futuro. Con el fin de enfrentar situaciones, desde estos planteamientos generales se pueden incorporar enfoques metodológicos mixtos en los que se combine lo 'cuali' y lo 'cuanti', lo ascendente y lo descendente, además de relacionar los productos y los procesos. En fin, de manera ordenada y esquemática nos van mostrando las bondades de cada una de las miradas metodológicas que al combinarse permiten la construcción de los futuros posibles y deseables y su consecuente construcción de política pública.

La segunda parte del libro, llamada "Análisis político y de riesgo" nos introduce, a través de una discusión sobre la democracia y la posmodernidad, en los planteamientos de la modernidad y la posmodernidad, que nos incorporan de lleno en la llamada crisis epocal, caracterizada por una ruptura entre dos épocas, una crisis de paradigmas, ilustrada a partir de la crisis de credibilidad, de gobernabilidad y de agotamiento de las formas tradicionales de representación político-partidarias. Retomando a Nicolás Tenzer [2,3], los autores señalan que, al ponerse de manifiesto la individualidad, se pierde el sentido de la masa, de la colectividad, del pueblo y de lo popular. Por lo que esta pérdida de centralidad de la clase social, del partido, de la masa y la nación provoca una pérdida del sentido de organización; cambian las bases fundacionales de lo público con tanta rapidez que no quedan espacios para que la sociedad formule alternativas políticas.

Las propuestas, entonces, ocurren en universos más cotidianos y, por lo mismo, limitados; por eso cobran relevancia la ciudadanización de la sociedad civil, las distintas formas de organización social, y los nuevos movimientos sociales. Este fenómeno, analizado desde una mirada crítica de los planteamientos de Tomassini [4-6], Paramino

[7] y Di Tella [8], que plantean que en la región latinoamericana se ha desgarrado el viejo tejido social, se ha destruido el consenso en materia de seguridad y de lo social y se ha despojado al movimiento popular de su espacio político doctrinal. Los autores demuestran, a través de la recuperación de la historia reciente de estos países, que la magnitud de los movimientos sociales y de su contenido racial e indígena contradice este enfoque. Estos movimientos han generado una nueva corriente política. En este marco, dicen los autores, la sociedad civil y los sectores sociales que la integran han definido su estrategia en la organización de frentes que expresan una tendencia no prevista por los autores antes nombrados. Estas fuerzas sociales cuestionan, en algunos casos, el orden estatal y las políticas económicas que de él emergen, se caracterizan por la movilización constante y de variada intensidad. En todos se observa una estrategia de oposición a los procesos globalizadores y de integración latinoamericana tradicionales. Creo que esto último no es tan claro, pues han ido emergiendo nuevas formas de relacionamiento o inclusive de integración, independientes de las impulsadas por Estados Unidos. No hay que olvidar la recuperación del pensamiento bolivariano, en este sentido, y la reciente constitución de la Unión de los Países Sudamericanos, de la cual únicamente se autoexcluyó Colombia por razones de seguridad fronteriza y la Unión de Países Centroamericanos.

Persiguen metas de orden político y económico, hasta mecanismos de acuerdos o pactos nacionales. Por lo tanto, un objetivo relevante es, entre otros, el electoral.

Intentan refundar y reestructurar a la nación y al Estado, apropiándose del debate sobre la democracia y la transición. Es decir construyendo un capitalismo popular (García Linera).

Cuestionan el modelo de mercado y de ajustes estructurales y buscan apropiarse de él, para darle un rostro más humano y social a la transición.

Asimismo, demuestran que una particularidad de esta tendencia es el autorreconocimiento por parte de los sectores populares como un actor político central, planteando una acción ofensiva y arrogándose la representatividad nacional.

De esta manera, reconocen que pueden percibirse la renovada participación de la sociedad civil para generar alternativas electorales y las propuestas de acción gubernamentales.

Para los nuevos movimientos sociales, la sociedad civil es el espacio donde confluyen representaciones individuales y colectivas externas al Estado. De hecho, las sociedades se encaminan a transformarse en sistemas más complejos, en donde los procesos parecieran autorregularse al margen de lo político, desbordando a los partidos y a las organizaciones sindicales; la democracia también se halla en una fase de reconstrucción y la sociedad se moderniza en la dirección de los países que buscan la posmodernidad. Este proceso permite otorgar a los países, sobre todo de América Latina, una nueva tipología entre países “emergentes, en vías de emergencia, de riesgo y de alto riesgo”. En este marco, y de acuerdo a los autores, entonces la reforma estatal no es una simple reconstrucción o renovación de antiguas estructuras y métodos; se trata de la construcción de un nuevo proyecto estatal, y la instauración de instituciones renovadoras y depuradas de sus vicios anteriores en un nuevo espacio político, producto de una nueva relación entre la tecnocracia, las instituciones emergentes y la sociedad civil, los partidos políticos y las organizaciones sociales.

Miklos, Jiménez y Arroyo, en el marco de un debate con diversos autores, analizan la complejidad y polisemia de los conceptos de gobernabilidad e ingobernabilidad, así como de la crisis de gobernabilidad como sustento para la teoría de sistemas y como base para el análisis de los sistemas políticos. A través de autores como Easton [9], van

desarrollando los diversos planteamientos explicativos de dicha teoría y, paralelamente, hacen comprensibles los rasgos políticos específicos por los que atraviesa América Latina en un intento de explicación de los mismos y de las formas menos traumáticas de su transición a la posmodernidad.

Analizan los enfoques teóricos del riesgo que incorporan, con énfasis en las visiones económicas, los enfoques de la vulnerabilidad social, el enfoque neoinstitucional, la teoría del conflicto y su administración, así como el riesgo político constituido como disciplina que permite analizar una sociedad, su previsible evolución, los posibles escenarios de futuro y la viabilidad de su continuidad como proyecto político. Esto implica poder medir la estabilidad política y la eficacia política.

En el contexto planteado la incertidumbre pasa a ser el eje central del riesgo. Por lo tanto, el concepto de riesgo asume la percepción del futuro como algo contingente construido sobre el presente, es decir, se construye el orden de futuro a partir del desorden en el presente.

Es importante analizar las consecuencias del uso de las tecnologías, la ambigüedad del daño ecológico, el miedo al futuro, etc.; todos estos fenómenos nos hacen ver que, finalmente, el futuro es un asunto controvertido de interpretación en términos de riesgo y no de progreso. De esta manera, marcan los autores que la incertidumbre viene a ser la relación entre el conocimiento, la decisión y la acción.

Finalmente, concluyen con un breve y contundente análisis comparativo entre las características de las sociedades más avanzadas que han logrado hacer de la generación, transmisión y uso del conocimiento, un eje fundamental de su crecimiento económico, a diferencia de las naciones menos desarrolladas que no lo han logrado ni como motor de crecimiento y desarrollo ni de atención a los grandes problemas de la población, sobre todo en Latinoamérica, frente a los factores de turbulencia interna y externa que gravitan en el subdesarrollo, en términos de riesgo político y que incide en las posibilidades futuras de América Latina.

El texto es muy interesante y complejo, profundo en sus reflexiones, pero nos deja la sensación de que falta aún una devolución al lector, es decir, la oportunidad de repensar conjuntamente con los autores las posibilidades que nos dan la planeación estratégica, la prospectiva y las políticas públicas en la construcción de futuros posibles y deseables en las situaciones expresadas en las sociedades de riesgo, que muestran ser nuestras naciones.

Por otro lado, si bien los autores se ubican claramente en los discursos teóricos de la posmodernidad, no ponen a discusión el hecho de que muchos autores aún nos sitúan en el filo de una modernidad que debe cumplir sus promesas a la sociedad. Pero aún más allá, en el análisis de América Latina, no deja de extrañarse a autores como Escobar [10,11], Lander [12], Honpenhayn [13,14], Quijano [15,16], Villoro [17], Wells [18] y el mismo Linera, quienes tienen análisis sugerentes y debates sobre qué modernidad hemos construido en América Latina y sus impactos en los nuevos movimientos sociales, así como en las formas de la construcción de una nueva cultura política. Pero no dejo de ver que, finalmente, el encuentro entre la primera y segunda parte del libro se da en el enfoque de la gobernabilidad y de la sociedad de riesgo.

Muchas gracias nuevamente, por haberme dado la oportunidad de leer esta obra que, sin duda, es una excelente lectura que nos permite profundizar en los problemas antes descritos, fundamentales para comprender nuestras realidades y posibilidades de acción y que, además, se convierte en una lectura obligada para el fortalecimiento de la formación de nuestros alumnos de posgrado.

REFERENCIAS

- [1] Miklos, Tomás; Jiménez, Edgar y Arroyo, Margarita. (2008). *Prospectiva, gobernabilidad y riesgo político. Instrumentos para la acción*, México: LIMUSA.
- [2] Tenzer, N. (1990). La politique sans finalité, *Futuribles*, Paris, Francia, no. 148, pp. 19-25.
- [3] Tenzer, N. (1991). *La sociedad despolitizada*, Buenos Aires: Paidós.
- [4] Tomassini, L. (1993). *Gobernabilidad y desarrollo*, Washington: BID.
- [5] Tomassini, L. (ed.) *Desafíos del Estado en los años 90*, Santiago de Chile: CIEPLAN-FLACSO.
- [6] Tomassini, L. (1991). *La política internacional en un mundo pos-moderno*, Buenos Aires: Gel.
- [7] Paramino, L. (1991). El fin de un ciclo y la crisis de los actores: América Latina ante la década de los 90, *Congreso Mundial de Ciencias Políticas* (mimeo), Buenos Aires, Argentina.
- [8] Di Tella, S., Torcuato (comp.). (1998). *Crisis de representatividad y sistemas de partidos políticos*, Buenos Aires: Grupo Editorial Latinoamericano.
- [9] Easton, D. (1992). *Enfoques sobre teoría política*, Buenos Aires: Amorrortu, pp. 216-231.
- [10] Escobar, A. (2006). Modernidad, identidad y la política de la teoría, en prensa, [En línea]. Disponible en: <http://gupea.ub.gu.se/dspace/bitstream/2077/4501/1/anales_9-10_escobar.pdf>, consulta: junio de 2008
- [11] Escobar, A. (2005). *Más allá del tercer mundo. Globalización y diferencia*, Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH– Universidad del Cauca, Bogotá, Colombia.
- [12] Lander, E. (comp.). (2005). La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. *Perspectivas Latinoamericanas*. Buenos Aires: CLACSO.
- [13] Hopenhayn, M. (2006). *Ni apocalípticos ni integrados, aventuras de la modernidad en América Latina*, México: FCE, 2a. ed.
- [14] Hopenhayn, M. (2001). "El lugar de la fatalidad, el lugar de la esperanza: América Latina y la aldea global", *Economía y cultura: la tercera cara de la moneda*, Bogotá, Convenio Andrés Bello, no. 2001, pp. 63-88, Colombia.
- [15] Quijano, A. (2005). "Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina", en Edgardo Lander (comp.), *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas*. Buenos Aires: CLACSO.
- [16] Quijano, A. (1988): *Modernidad. Identidad y Utopía en América Latina*, Lima, Perú: Sociedad y política.
- [17] Villoro, L. (2007). Crítica de la modernidad en América Latina. Coloquio "Humanismo y crítica a la modernidad en América Latina", CREFAL-Patzcuaro, 25 y 26 de enero, México.
- [18] Wells, A. (2004). Entre la aceptación y el rechazo: América Latina y los refugiados judíos del nazismo (review), *The Americas*, vol. 61, no. 2, pp. 277-278, octubre, Philadelphia, United States.

La experiencia y perspectivas de la Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle¹ a 15 años de difundir el quehacer científico

[E. Vargas-Medina¹](#) y [Alma Rosa Hernández Mondragón²](#)
Dirección de Posgrado e Investigación,
Universidad La Salle
E-mail: 1evm@ulsa.mx, 2amhm@ulsa.mx

[Recibido: Junio 8, 2008. Aceptado: Junio 15, 2008](#)

RESUMEN

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), sobre todo con el avance de interfaces para operar hipertextos con múltiples soportes de información y el empleo de Internet, ha permitido un mayor impulso en la difusión del conocimiento, en beneficio de una mayor cantidad de usuarios potenciales en un menor tiempo que las publicaciones impresas,² mediante los servicios de bases de datos, revistas digitales, directorios de publicaciones en línea, hemerotecas científicas en línea —tanto de acceso restringido como de libre acceso (*open access-OA*)—. Se considera por ello, de gran interés, que nuestras publicaciones universitarias puedan aprovechar las ventajas que brindan estos recursos, teniendo presentes las áreas de oportunidad, sus alcances y sus limitaciones. En este trabajo se presentan los resultados logrados y las perspectivas a futuro de la *Revista del Centro de investigación*, a quince años de su existencia.

Palabras-clave: e-revistas, bases de datos arbitradas, indización, criterios de inclusión, hemeroteca virtual.

ABSTRACT

Information and communication technologies (ICT), particularly considering the advance of hypertext interfaces to operate with multiple carriers of information and the use of Internet, has enabled a greater momentum in the dissemination of knowledge. This benefits a greater number of potential users, in a shorter time, than printed publications, through database services, digital journals and magazines, online publications directories, and online scientific libraries —both restricted and open access (OA)—. Therefore, it is considered of great interest to our university publications to take advantage of the conditions provided by these resources, bearing in mind the areas of opportunity, their scope and limitations. This paper presents the results achieved and future prospects for the *Revista del Centro de Investigación* in its fifteen years of existence.

¹ Una versión previa se presentó en forma impresa y verbal en el *Tercer seminario nacional de investigadores de la FIMPES "Redes de Investigación para el tercer milenio: aportaciones de la FIMPES a la investigación en México"*, Mérida, Yuc., México, 5-7 de marzo de 2008. [1]

² Además de que, a su vez, los investigadores, profesores, estudiantes y demás usuarios demanden cada vez más el acceso al texto completo de manera simultánea a la consulta de las bases de datos.

Key words: e-journals, arbitrated databases, indexing, inclusion criteria, virtual library.

INTRODUCCIÓN

Un aspecto de vital importancia para las publicaciones científicas es su difusión, principalmente en bases de datos bibliográficas especializadas. Las bases de datos han brindado acceso organizado a un vasto número de documentos publicados en las revistas especializadas y éstas, a su vez, continúan siendo el vehículo por excelencia para el registro y difusión del conocimiento generado en el ámbito académico. A través de las revistas especializadas, y de las bases de datos que las reseñan o las hacen visibles a texto completo, se puede tener una clara aproximación a las características y producción académica de nuestras comunidades científicas. [2]

Para medir la visibilidad y difusión directa de la revistas es necesario considerar aspectos como su tirada, número de suscripciones y presencia en catálogos y bibliotecas. De manera indirecta se puede medir su presencia en directorios de publicaciones periódicas ([ULRICH'S](#), [LATINDEX](#)), bases de datos ([SCI](#), [SSCI](#), [A&HCI](#) del ISI) e Internet (a través de distribuidores como [EBSCO](#), [SWETS](#) o servicios de acceso a texto completo como [SCIENCE@DIRECT](#) de [Elsevier](#)).

En la sociedad contemporánea la utilización de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), sobre todo con el avance de interfaces para operar hipertextos con múltiples soportes de información y el empleo de Internet, se ha permitido un mayor impulso a estos esfuerzos de difusión en beneficio de una mayor cantidad de usuarios potenciales en un menor tiempo que las publicaciones impresas,³ mediante los servicios de bases de datos, revistas digitales, directorios de publicaciones en línea, hemerotecas científicas en línea —tanto de acceso restringido como de libre acceso (conocido también como *open access-OA*)—. [3,4] Se considera por ello, de singular importancia, que nuestras publicaciones universitarias puedan aprovechar las ventajas que brindan estos recursos, teniendo presentes las áreas de oportunidad, sus alcances y limitaciones.

En este contexto, cabe mencionar la reciente realización de dos eventos de gran trascendencia en el ámbito que nos ocupa: El primero fue la *XI Reunión sobre revistas académicas y de investigación* (28 y 29 de febrero de 2008), cuyo tema principal, “El futuro de las revistas electrónicas”, tuvo como objetivos: “conocer y discutir las tendencias⁴ de las revistas electrónicas en el mercado editorial, los principales retos que enfrentan los bibliotecarios en la gestión de estos recursos de información, las herramientas desarrolladas para permitir su mejor acceso así como las políticas de preservación a largo plazo para este tipo de publicaciones”.⁵ Objetivos que se ubican en continuación con el tema de la reunión anterior (X reunión, celebrada en febrero de 2006): “Las revistas científicas electrónicas en el siglo XXI: una revisión”, con el fin de “fomentar un mayor conocimiento e intercambio de ideas y experiencias en relación a las nuevas tendencias en la edición electrónica y los servicios de información”.

El segundo de los eventos referidos, organizado por la Universidad Autónoma del Estado de México fue el *Primer Taller Internacional de Editores Redalyc* que tuvo lugar en la sede de este Campus del 14 al 16 de abril. Se abordaron aspectos relacionados con criterios editoriales orientados a asegurar la inclusión y calidad de artículos científicos a esta red y el arbitraje con el propósito de asegurar la calidad de los aportes y la visibilidad de los autores, instituciones y países. También se hizo énfasis en la disponibilidad de

³ Además de que, a su vez, los investigadores, profesores, estudiantes y demás usuarios demanden cada vez más el acceso al texto completo de manera simultánea a la consulta de las bases de datos.

⁴ Tendencia que se ha venido implementando desde fines de la década de los años 90 en grandes bases de datos bibliográficos, como el ERIC, REDUC, SCIELO, ARTEMISA e IRESIE, por citar algunos de los más empleados en nuestro país.

⁵ <http://dgb.unam.mx/eventos/XXIX_fil/ReunionRevistas/programa.htm>.

nuevas herramientas para realizar mediciones cuantitativas y cualitativas de la producción científica, así como comparativos que ofrecen datos sobre el uso de los recursos disponibles en texto completo. De enorme impacto resultó que se versara sobre el *Open Journal Systems* del *Public Knowledge Project*, pues es un ejemplo de las tendencias en materia de OA y el *Open Archives Initiative (OAI)*, así como del impulso que han adquirido las redes sociocientíficas. En el sitio WEB del evento se pueden consultar los videos de las presentaciones y obtener los archivos digitales de las mismas: <<http://redalyc.uaemex.mx/aniversario5/presentaciones.html>>.

En la Universidad La Salle (ULSA), varias de nuestras publicaciones académicas como son *Logos*, *Acta Médica Lasallista* y la *Revista del Centro de investigación* han logrado incursionar en el uso de estos recursos digitales. En este trabajo se presentan los resultados logrados en una de estas publicaciones, específicamente nos referiremos a la *Revista del Centro de investigación*, la cual cumple quince años con la circulación de este número 30.

Características y evolución de la RCI

La *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle (RCI)* es una publicación académica de la Dirección de Posgrado e Investigación, con arbitraje interno y de periodicidad semestral. Sale a la luz en junio de 1993 y desde julio de 2004 se difunde a través de la WEB (<<http://www.ci.ulsal.mx/revista/>>).

La plataforma de soporte de la publicación es mediante el recurso de *Open Journal Systems (OJS)*, que es un sistema gratuito para la gestión de revistas y publicaciones electrónicas en general, desarrollado por el *Public Knowledge Project* y liberado bajo licencia de código abierto. Entre sus principales características, se encuentran:

1. OJS se instala y controla localmente.
2. Los editores configuran sus propios requisitos, secciones, proceso de revisión, etc.
3. Cuenta con un módulo para la recepción de artículos en línea y el manejo de contenidos
4. Permite una indexación comprensible de parte de los contenidos del sistema global.
5. Cuenta con herramientas para la lectura de contenido, sobre la base de campo y elecciones del editor.
6. Permite la generación de una notificación automática por e-mail de la recepción de artículos así como la posibilidad de enviar comentarios entre los lectores y autores.
7. Permite apoyar cada etapa del proceso de la publicación: desde la recepción de artículos y arbitraje hasta la librería e indexado de los artículos.
8. Cuenta con ayuda y soporte en línea.

La RCI puede consultarse directamente desde:

<<http://revista.ci.ulsal.mx/index.php/rci/index>>

A lo largo de estos 15 años, se han publicado un total de 329 artículos de investigación y aportes de discusión de temas, disciplinas, perspectivas teóricas, enfoques y metodologías, cultivados en el campo de la investigación científica, humanística y tecnológica. Todo ello en 29 números organizados en 7 volúmenes. Actualmente cada número consta de una sección temática —por convocatoria—, y una sección no-temática (espacio abierto a investigaciones recientes de cualquier tema dentro de las áreas del conocimiento cultivadas en la ULSA). Recibe colaboraciones en español, inglés, francés u otro idioma, siempre y cuando se incluya el resumen y palabras-clave en español e inglés. Cabe mencionar que todos los artículos pasan por un

doble arbitraje, con especialistas en su mayoría externos a la ULSA, y cuenta con una cartera de árbitros y un Consejo Científico Internacional.

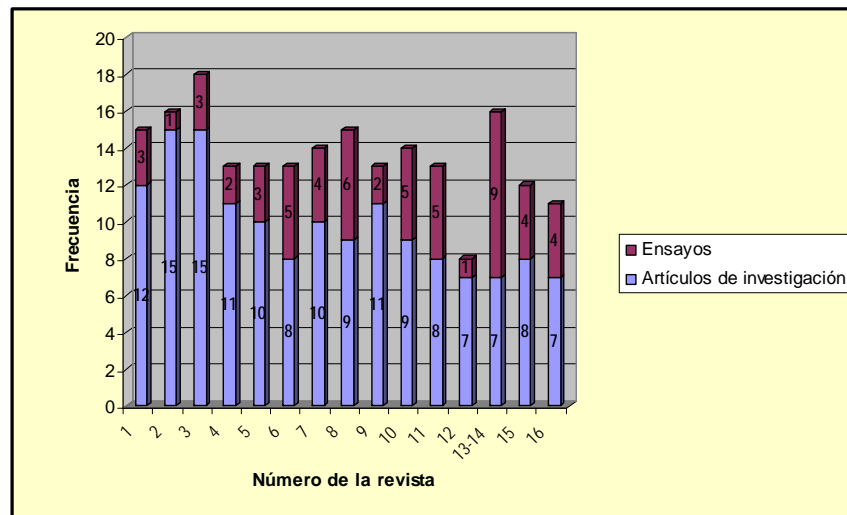
En su primera época que va de 1993 al 2001, se ofreció una cobertura para los tipos de colaboraciones referidos en los dos primeros incisos. Los estadísticos se muestran en la gráfica 1.

En la segunda época, que va del 2002 a la fecha, se abrió a cuatro tipos de colaboraciones:

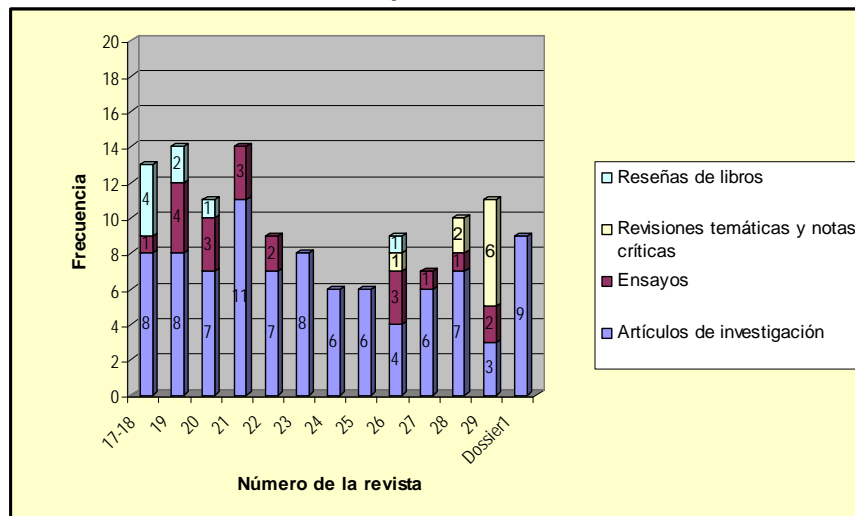
- (a) *Artículos de investigación*
- (b) *Ensayos.*
- (c) *Revisiones temáticas y Notas críticas*
- (d) *Reseñas de libros*

El estadístico que muestra su evolución se puede apreciar en la gráfica 2.

Gráfica 1. Cantidad de trabajos publicados por número y tipo de colaboración durante el periodo 1993-2001



Gráfica 2. Cantidad de trabajos publicados por número y tipo de colaboración durante el periodo 2002-2007



A partir del número 29 iniciamos la publicación del primer *dossier*, número especial dedicado a recuperar artículos presentados en un evento internacional realizado en la Universidad La Salle, desarrollándose bajo la misma perspectiva de la sección temática de la RCI: "La comunicación en la sociedad virtual". [5]

En la tabla 1 se muestran los países (exceptuando México) de donde se han recibido y publicado artículos durante este periodo de 15 años de la revista.

TABLA 1. Contribuciones extranjeras por país: 1993-2008

Países de las instituciones de procedencia de las contribuciones	Número en que se publica(n) la(s) contribución(es)
España	3, 11, 13, 14, 20, 21,24, 28, 29
Cuba	4, 11, 13, 14, 19, 22
Reino Unido	4, 19, 28, 29
Chile	9, 26, 28, 29
Japón	15, 21
Argentina	15, 29
Brasil	22, 29
Estados Unidos	28, 29
Alemania	15
Colombia	23
Perú	29
Suiza	28
Uruguay	29
Francia	15

Cabe señalar que se recibieron y publicaron un total de 48 colaboraciones provenientes de autores de instituciones de los 14 países que se presentan en la tabla núm. 1, siendo las instituciones de donde se han recibido una mayor cantidad de artículos sometidos a arbitraje: Universidad Ramón Llull (Barcelona, España), Universidad de Oriente (Santiago de Cuba, Cuba), Universidad Politécnica de Madrid (España) y Universidad de Alicante (España).

Con relación a las colaboraciones que se han publicado provenientes de instituciones u organismos nacionales (sin considerar a la ULSA-México, por ser la institución responsable de la publicación), los resultados se presentan en la tabla 2, en donde se puede observar que fuera de la ULSA-México se han recibido artículos para su consideración en la RCI entre otras instituciones de UNAM, CINVESTAV (diferentes unidades), Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Hidalgo, UAM (diferentes unidades), otras universidades lasallistas y la Universidad Autónoma de Guadalajara. En la tabla se presentan las instituciones u organismos de procedencia (por orden alfabético) y el número de la revista en que aparecen publicadas una o más contribuciones de la misma.

TABLA 2. Contribuciones nacionales por institución: 1993-2008

IES-nacionales	Núms.	IES-nacionales	Núms.	IES-nacionales	Núms.	IES-nacionales	Núms.
Centro Médico Siglo XXI-IMSS	7, 25	ESCA-IPN ⁶	20	Instituto Nacional de Pediatría	25	Universidad Autónoma del Estado de México-Toluca	8
CIC-IPN ⁷	17-18	FCA-UNAM/ULSA ⁸	29	IPN	24	UAM-C ⁹	29
CIEMAD-UPIICSA-IPN ¹⁰	19,	FLACSO ¹¹ - México		ITAM ¹²	27	UAM-A ¹³	28, 29
CIIMAD-IPN	21	Hospital General de México	7	ITESO ¹⁴	13, 14	Universidad de Guadalajara	29
CINVESTAV-IPN ¹⁵	8, 11, 15, 16, 25	ILCE ¹⁶ -México	19	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	20	Universidad de Guanajuato	27
CINVESTAV-IPN, Mérida	16, 19	Instituto Mexicano del Petróleo CQ / Instituto Tecnológico de Celaya	23	UIA ¹⁷ (Laguna, Golfo Centro)		Universidad de las Américas, Puebla	8, 12
Club Rotario Nautla	2	Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, Chih.	23	UIA/UAM-I ¹⁸	17-18	Universidad Nacional Autónoma de México	1, 2, 8, 11, 12, 13, 14, 22, 25, 28
Colegio Cristobal Colón	17-18	Instituto Mexicano del Petróleo	20, 21	Universidad De La Salle, Bajío	22, 27	Universidad Pedagógica de Durango	16, 17-18
Consejo Estatal para la Cultura y las Artes de Hidalgo	4, 5, 8, 13, 14, 15, 19	Instituto Mexicano del Seguro Social	2	ULSA Cancún	17-18, 21	Universidad Simón Bolívar	27
Centro Cultural Universitario Justo Sierra	26	Instuto Tecnológico de Morelia	24	ULSA Guadalajara	9, 15, 24	Universidad Tecnológica de Puebla	21
Centro de Investigaciones en Matemáticas Avanzadas de Chihuahua	23	Instituto de Investigaciones Turísticas	17-18	Universidad Autónoma de Aguascalientes	17-18, 20	UPIICSA-IPN	22
Escuela de diseño del INBA ¹⁹	29	Instituto Hidalgo de Desarrollo Cultural e Investigaciones Sociales	2, 4	Universidad Autónoma de Hidalgo	9	Volkswagen de México	3

⁶ ESCA-IPN = Escuela Superior de Contaduría y Administración del Instituto Politécnico Nacional.

⁷ CIC-IPN = Centro de Investigación en Computación-Instituto Politécnico Nacional.

⁸ FCA-UNAM/ULSA = Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad La Salle.

⁹ UAM-C = Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa.

¹⁰ CIEMAD-UPIICSA-IPN = Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo-Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas.

¹¹ FLACSO = Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

¹² ITAM = Instituto Tecnológico Autónomo de México.

¹³ UAM-A = Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

¹⁴ ITESO = Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

¹⁵ CINVESTAV-IPN = Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.

¹⁶ ILCE = Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa.

¹⁷ UIA = Universidad Iberoamericana.

¹⁸ UAM-I = Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

¹⁹ INBA = Instituto Nacional de Bellas Artes.

Es importante mencionar que en esta segunda época, en cada número se ha procurado ir logrando cubrir el indicador de calidad de CONACYT, respecto de que por lo menos el 40% de los artículos sea de autores de instituciones diferentes a la institución que edita la publicación. Esta recomendación fue resultado de la evaluación que la RCI recibió en 2007 al haberse sometido, por primera ocasión, para su posible ingreso al *Índice de Revistas Científicas y Tecnológicas* del CONACYT, mismo que esperamos poder solicitar en la convocatoria que se publicará en 2009.

Su inclusión en bases de datos e índices especializados

Desde 1999, la RCI ha logrado su inclusión en diversas bases de datos y recursos de difusión digital, en donde ha sido aceptada al cubrir los requisitos de evaluación correspondientes. El primer registro logrado (LATINDEX) nos permitió o facilitó el ingreso de los subsecuentes, dado que hasta 2005 los criterios de evaluación empleados en LATINDEX han normado el campo de los demás sistemas de indización a nivel nacional y latinoamericano, en donde hemos sido incluidos. [6,7]


El grupo Latindex ha fijado criterios para la evaluación de las revistas científicas en la región. Hay dos tipos principales de criterios: para revistas con presentación impresa (la tradicional revista de papel) y para revistas digitales. Estos se enfocan cada uno en las diferentes potencialidades de cada medio. Hay 33 criterios para revistas impresas y 36 para revistas digitales. Para que una revista sea aprobada (*catalogada*), debe pasar obligatoriamente los 8 criterios de "características básicas", y debe obtener al menos el 75% de todos los criterios juntos. Los criterios de evaluación se encuentran disponibles en: <<http://www.latindex.unam.mx/latindex/Documentos/documentos.html>>.

Esta inclusión en índices académicos proporciona múltiples ventajas, además de la difusión de la publicación al aumentar su visibilidad en línea: permite contar con una evaluación de calidad que ayuda a establecer un plan de mejora continua y fortalecimiento de la publicación, hace más atractiva la publicación para los autores que deseen someter sus contribuciones, esto debido a las ventajas en la difusión de su investigación y el establecimiento de parámetros de arbitraje y revisión que realimentan su trabajo.


A continuación se incluye una breve descripción de los recursos en donde la RCI se encuentra indizada:

1. *Directorio de Publicaciones Científicas seriadas de América Latina, el Caribe, España y Portugal* (LATINDEX) (<<http://www.latindex.unam.mx/>>). Se creó en 1995. Actualmente cuenta con tres productos básicos: El [Directorio](#) (desde 1997 a la fecha contiene 16,301 revistas), El [Catálogo](#) (puesto en línea en marzo de 2002, con información descriptiva y de contenido adicional a la del Directorio,²⁰ contiene 2,967 revistas) y El [Enlace a revistas electrónicas](#) (a la fecha con 2,503 enlaces a revistas). La RCI logró su ingreso en 1999.
2. *Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades* (CLASE) (<<http://www.dgbiblio.unam.mx/clase.html>>). Es una base de datos bibliográfica creada en 1975 en la UNAM. Cada año se agregan más de 10 mil registros, actualmente cuenta con alrededor de 270 mil registros bibliográficos de diversos tipos de documentos publicados en cerca de 1,500 revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencias sociales y humanidades. La RCI logró su ingreso en 1999.

²⁰ Los títulos incluidos han sido seleccionados y clasificados según criterios internacionales de calidad editorial previamente probados y convenidos por el Sistema Latindex.

3. *Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa* (IRESIE). Creada como base de datos en 1979. Actualmente ofrece el acceso a las referencias y resúmenes de más de 56,000 artículos generados en el campo de la educación y publicados en alrededor de 680 títulos de revistas científicas y técnicas especializadas, de México y de otros países iberoamericanos. En 2004 inició un proyecto para convertirse en una hemeroteca virtual [8]. La RCI logró su ingreso en el año 2000.
4. *Catálogo Comentado de Revistas Mexicanas sobre Educación Superior e Investigación Educativa* (CATMEX). Contiene información sobre las revistas de Educación publicadas en México que, además, se analizan en la base de datos IRESIE. Incluye los datos de descripción bibliográfica, del contenido temático, así como el objetivo y las características de 205 títulos de revistas. La dirección es <<http://www.cesu.unam.mx/catmex/>>. La RCI logró su ingreso en enero de 2001.
5. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* (REDALyC).  es un proyecto impulsado por la Universidad Autónoma de Estado de México (UAEM). Es una hemeroteca científica en línea de libre acceso <<http://redalyc.uemex.mx>>. Su portal de Internet —que es la parte más visible— fue liberado en octubre del 2002, como parte de una iniciativa derivada de un grupo de investigadores y editores preocupados por la escasa visibilidad de los resultados de investigación generados en y sobre la región. [9] Actualmente el universo lo conforman 519 revistas científicas de alta calidad²¹ de 23 países de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Abarca 25 áreas del conocimiento y almacena 81,168 artículos científicos. Cabe destacar que la descarga gratuita de artículos en texto completo mantiene un crecimiento exponencial de 2,000,000 por mes:

70,000 por día; 3,000 por hora; 20 por minuto; 2 por segundo.

Las revistas incluidas en  únicamente pueden formar parte de la red mediante invitación expresa a postularse —como fue el caso de la RCI—, o bien por solicitud de incorporación por parte de la revista; en ambos casos hay una evaluación de la misma. Hasta 2006, las revistas que integran esta hemeroteca se evaluaron con base en los criterios de Latindex (de dictamen, contenido científico y criterios mínimos de identificación de la revista). Se aceptan al cumplir con el 75% o más del total de criterios considerados. Actualmente se encuentra en proceso de aplicación una metodología propia de valoración y clasificación de revistas. [10-12]

La RCI logró ingresar en 2005 y se accede a ella directamente del URL:

<<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/HomRevRed.jsp?iCveEntRev=342>>



6. A su vez, a través de REDALyC nos encontramos en el proceso de inclusión en otros servicios a nivel internacional (e-Revist@s, al *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), *WorldCat* (OCLC), Clase y Periódica (UNAM), *Google Scholar*, HAPI, OCLC, *The Library of Congress*, entre otros índices y bases,²² así como la posible inclusión en las bibliotecas científicas temáticas (proyecto en desarrollo, ver [9]).
7. A partir del segundo semestre de 2008, la RCI ha sido incluida en la base de datos “Fuente Académica”, ofrecida por EBSCO. El ingreso se aprobó octubre de 2007, con evaluación previa. El convenio se firmó en mayo de 2008.

“Fuente Académica” proporciona textos completos (incluso en PDF) de una colección de publicaciones académicas en idioma español. Esta base de datos


²¹ Dato al 26 de marzo del 2008.

²² Convenio de adhesión Redalyc, e-Revistas y Revista del Centro de Investigación, firmado el 16 de julio de 2007.

multidisciplinaria ofrece contenido completo en diversas áreas del conocimiento, que incluye negocios y economía, ciencias médicas, ciencias políticas, leyes, ciencias de computación, ciencias de información y bibliotecas, literatura, lingüística, historia, filosofía y teología. Es una colección en rápida expansión. de contenidos provenientes de América Latina, Portugal y España, que se actualiza una vez por semana y, a la fecha, ofrece el texto completo de más de 450 publicaciones de 18 países.

La RCI se ha beneficiado ampliamente al pertenecer a estos recursos, pero sobre todo a , debido a las características y recursos que ofrece esta hemeroteca virtual: servicio de consultas bibliométricas de mucha utilidad para nuestros autores, visibilidad, inclusión de todo el acervo de 2000 a la fecha, recursos de gestión, capacitación, ser beneficiarios de los acuerdos de colaboración con otros organismos similares y de proyectos conjuntos, etc. Como ejemplo, de enero a diciembre de 2007, el total de descargas de nuestra revista, solamente desde el portal de  es de 59,469. El artículo más consultado de nuestro acervo, entre enero de 2007 y enero de 2008, tuvo 4,574 visitas.

En julio de 2007, La UAEM y el Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC), recientemente establecieron un acuerdo de cooperación entre Redalyc y la Plataforma *Open Access* de Revistas Científicas Electrónicas Españolas y Latinoamericanas (e-Revist@s). Dicho acuerdo permitirá: a) optimizar las funcionalidades y la visibilidad de las plataformas de revistas electrónicas Redalyc y e-Revistas, ambas *open access*, y minimizar el fenómeno conocido como ‘ciencia perdida’; y, b) trabajar conjuntamente en la creación de una aplicación que permita recoger las citas bibliográficas de las revistas en base de datos, con el fin de poder obtener indicadores de visibilidad e impacto de las revistas.²³ Es por ello que la RCI está atendiendo la sugerencia para la normalización de las referencias bibliográficas de acuerdo con la norma ISO 690:1987.

Cabe mencionar que en 2007, el CONACYT firmó un acuerdo con  para el empleo de este recurso como soporte a las revistas incluidas en el “Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT”. A la fecha, 61 de las 93 revistas del Índice, se encuentran disponible en texto completo (17,634 artículos) y tienen a su disposición un “Sistema Electrónico de Gestión Editorial” (SEGE), innovadora interfaz en línea que permite la administración electrónica del proceso de arbitraje y que, en el transcurso de este año, se verá enriquecida con el apoyo del módulo de administración desarrollado para OJS, lo cual permitirá fusionar ambos indicadores de impacto y visibilidad. Este avance en el convenio OJS-REDALyC beneficiará claramente a la RCI dado que su portal propio está desarrollado en OJS, como lo comentamos anteriormente.

Conclusiones y perspectivas a futuro

Las experiencias, evolución y perspectivas de la RCI que hemos referido a lo largo de este artículo, nos llevan a las siguientes conclusiones:

- La acertada inclusión en índices académicos y bases de datos, ha permitido “hacer más visible” la producción científica de los expertos académicos de nuestras instituciones mediante el empleo de las TIC; sobre todo, por aumentar la visibilidad

²³ Uno de los indicadores más extendidos en el ámbito internacional es el Factor de Impacto, creado por el [Institute for Scientific Information \(ISI\)](#) de EUA, el cual es un parámetro publicado anualmente, con base en el número de veces que se cita por término medio un artículo publicado en una revista determinada. Actualmente, uno de los criterios que se considera para juzgar la calidad de una publicación es el índice de impacto de la revista en la que aparece. Para más información sobre el Factor de Impacto se puede consultar el [ensayo de Eugene Garfield](#).

del conocimiento producido en las naciones de habla hispana, que tienen frente a sí el enorme reto de combatir las profundas desigualdades que marcan a nuestros países [13]. Esta realidad nos obliga a sumarnos a un llamado a favor de la democratización del conocimiento, aprovechando sobre todo los sistemas de código abierto (movimiento internacional de archivos abiertos (*Budapest Open Access Initiative*, BOAI, 2001), con la condición de garantizar a los autores la integridad de su trabajo y el derecho a ser adecuadamente reconocidos y citados. [14,15]

- Las revistas electrónicas y la incorporación de la producción científica en hemerotecas virtuales de libre acceso, donde se consulten los trabajos a texto completo con motores de búsqueda eficientes, permiten cada vez más poner en contacto a los diversos usuarios de información científica, técnica y humanística, con la producción relevante pero dispersa en decenas de revistas académicas especializadas.
- En las perspectivas para la indización de las revistas científicas referenciales o en texto completo y su recuperación a través de las bases de datos ya sea disciplinarias o interdisciplinarias, jugarán cada vez más un papel determinante los criterios establecidos que se han incrementado, toda vez que tienen como función asegurar la calidad de las contribuciones.
- En la RCI estamos trabajando en la mejora continua de la publicación. Se está al día en la revisión de los criterios e indicadores de calidad que dictan los organismos y recursos académicos, como lo es el CONACYT, con el fin de atender lo benéfico para la calidad de nuestra publicación, haciendo más atractivo a nuestros autores y lectores el seguir colaborando y consultando nuestra revista.

REFERENCIAS

[1] Vargas Medina, E. (2008). "Difusión del quehacer científico en redes y bases de datos en línea. La experiencia de la Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle", *Tercer seminario nacional de investigadores de la FIMPES "Redes de Investigación para el tercer milenio: aportaciones de la FIMPES a la investigación en México"*, Mérida, Yuc., México, 5-7 de marzo.

[2] Haupt, C. (2000). "La 8a. Reunión sobre las Revistas Académicas y de Investigación", *Biblioteca Universitaria*, vol. 3, no. 2, pp. 122-127, jul-dic. [En línea], Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=28530207>>, consulta: febrero 11 de 2008.

[3] CINDOC-CSIC. (2004). "Revistas científicas electrónicas: estado del arte", octubre [En línea]. Disponible en: <http://www.tecnociencia.es/e-revistas/especiales/revistas/pdf/e-revistas_informe.pdf>, consulta: diciembre 10 de 2007.

[4] Martín González, J. C. y Merlo Vega, J. A. (2003). "Las revistas electrónicas: características, fuentes de información y medios de acceso", *Anales de documentación*, Murcia, España: Universidad de Murcia, no. 6, pp. 155-186.

[5] SIGRADI. (2007). "Memorias del XI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de la Gráfica Digital: La comunicación en la sociedad visual", México: autor.

[6] Alonso Gamboa, J. O. (2000). "Iniciativas para aumentar la visibilidad de las revistas latinoamericanas: la aportación de Clase, Periodica y Latindex", *8a. Reunión sobre las Revistas Académicas y de Investigación*, México D.F., 16 y 17 de noviembre. En: Alonso Gamboa, José Octavio y Reyna Espinosa, Felipe Rafael (eds.) *Las Revistas científicas latinoamericanas: su difusión y acceso a través de bases de datos* [CD-ROM], México: UNAM, Dirección General de Bibliotecas, no. 206, pp. 62-72.

- [7] López, M. y Cordero, G. (2003). La Experiencia de Validar un Instrumento para Evaluar Revistas Académicas Electrónicas en Internet. *Razón y Palabra*, no. 31, febrero-marzo. [En línea]. Disponible en: <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/anteriores/n31/mlopez.html> , consulta: noviembre 25 de 2007.
- [8] Torres Verdugo, M. A. (2004). El IRESIE: su evolución a hemeroteca digital sobre educación iberoamericana, *1er. Foro Social de información, documentación y bibliotecas. Programa de acción alternativa desde Latinoamérica para la sociedad del conocimiento*, Buenos Aires, Argentina, 26-28 de agosto. [En línea]. Disponible en: <http://www.inforosocial.net/ponencias/eje02/59.pdf> , consulta: febrero 12 de 2008.
- [9] Aguado López, E. (2007). Redalyc: la hemeroteca científica abierta al mundo, *Reunión anual e-revist@s*, 19 de noviembre de 2007, Madrid, España, [En línea]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207/120701.ppt> > consulta: enero 30 de 2008.
- [10] REDALYC. (s/f). *Criterios para inclusión de revistas* [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/proyecto/criterios.html> , consulta: enero 12 de 2008.
- [11] REDALYC. (2007). *Criterios, políticas y procedimientos para la admisión, agrupación y permanencia de las revistas científicas del acercó Redalyc. Metodología Redalyc 2007*. [En línea]. Disponible en: http://www.latindex.ucr.ac.cr/docs/criterios_redalyc.pps > , consulta: febrero 6 de 2008.
- [12] Rogel, R. (2007). Criterios, políticas y procedimientos para la admisión, agrupación y permanencia de las revistas científicas del acercó Redalyc. Metodología Redalyc 2007, *REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. VIII, no. 12. [En línea]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207/120703.pdf> , consulta: febrero 6 de 2008.
- [13] Díaz, M.; Asensio, B.; Llorente, G. A.; Moreno, E.; Montori, A.; Palomares, F.; Palomo, J.; Pulido, F.; Sener, J. C. y Tellería, J. L. (2001). El futuro de las revistas científicas españolas: un esfuerzo científico, social e institucional, *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 24, no. 3. [en línea]. Disponible en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/61/122> , consulta: febrero 18 de 2007.
- [14] Harnad, S. y Brody, T. (2004). Comparing the Impact of Open Access (OA) vs. Non-OA Articles in the Same Journals T, *D-Lib Magazine*, junio, vol. 10, no. 6. [En línea]. Disponible en: <http://www.dlib.org/dlib/june04/harnad/06harnad.html> , consulta: febrero 12 de 2008.
- [15] Open Society Institute. (OSI). (2001). Budapest Open Access Initiative, BOAI, 2001, [En línea], Disponible en: <http://www.soros.org/openaccess/> , consulta: diciembre 10 de 2007.

Manager's Leadership Practices in Hidalgo-Mexico SMEs

[V́ctor Hugo Robles Francia](#)

Universidad Aut3noma del Estado de Hidalgo

E-mail: vicrob13@yahoo.com.mx

[Recibido: Febrero 12, 2008. Aceptado: Junio 18, 2008](#)

RESUMEN

Esta investigaci3n presenta las pr3cticas de liderazgo de los administradores (*managers*) de Pequeñas y Medianas Empresas (SMEs, por sus siglas en ingl3s) en el estado de Hidalgo, M3xico. La hip3tesis es que las pr3cticas de liderazgo de los administradores de las SMEs de Hidalgo se diferencian en relaci3n con las dimensiones del Inventario de Pr3cticas de Liderazgo (LPI, por sus siglas en ingl3s) de Kouzes y Posner: (CH) retando el proceso, (IN) inspirando una visi3n compartida, (EN) posibilitando que otros actúen, (MO) modelando el camino, (ENC) alentando al coraz3n. Esta investigaci3n expone los resultados obtenidos a partir de la aplicaci3n del LPI de Kouzes y Posner, su validaci3n y adaptaci3n al espaol. El LPI se prueba con base en la validaci3n alfa de Cronbach; se muestran resultados del an3lisis de la varianza y de la media de las cinco pr3cticas. Se explican previamente los escenarios econ3micos y posteriormente el concepto de liderazgo transformacional y transaccional.

Palabras clave: Pr3cticas de liderazgo, Administradores, empresas Pequeñas y Medianas, Hidalgo, M3xico.

ABSTRACT

This investigation shows managers' leadership practices in Hidalgo State Mexico Small and Medium Enterprises (SMEs). The hypothesis is that Managers' Leadership practices in Hidalgo Mexico SMEs are differentiated with relation to Kouzes and Posner's Leadership Practices Inventory (LPI) dimensions: (*CH*) challenging the process, (*IN*) inspiring a shared vision, (*EN*) enabling others to act, (*MO*) modeling the way and (*ENC*) encouraging the heart. This research exposes the obtained results from the application of Kouzes and Posner's LPI, its validation and adaptation to Spanish. The adapted LPI is tested by reliability Cronbach's alpha; an analysis of variance and the mean scores of the five practices are presented. Explaining, previously its economic landscapes, next then, the concept of transformational and transactional leadership.

Keywords: Leadership practices, Managers, Small - Medium sized enterprises, Hidalgo Mexico.

1. HIDALGO-MEXICO SMEs

Placing an economic landscape of Hidalgo, a state of Mexico country, its average contribution to Gross Domestic Product (GDP) was 1.36% in 12 years (1993-2004). The average contribution to GDP of Hidalgo is mainly from three sectors: i) Manufacturing Industry with a 25.33%, ii) Trade (Restaurants and hotels) with 12.43% and iii) 37.6% of financial services (Insurance, Real Estate activities) and the Communal Services (Social and Personal). The average wage per person employed at national level annually is 79,500 Mexican pesos and in Hidalgo state is 65,000, which is 18.24% less than the national average. [1]

The economy, as the GDP of a country is importantly sustained by the operations of micro, small, medium, and large enterprises. Globally, SMEs have grown in recent decades in rich as much as in poor countries and respectively their economies. Where, if the business is smaller, then it is younger too. The SMEs represent a significant and recent number in Mexico; 6% of all businesses are SMEs, there are just 256 SMEs in Hidalgo state, which accounted for 1.55% of total businesses, and in Pachuca de Soto, the State's capital, are almost half of them (48%), 98.27% of the total corresponds to the Micro. [1] Micro enterprise constitutes up to 10 employees, so hence the cooperation and the human resources management are very limited by the number of these, the vast majority (90%) operates as individuals. Therefore, it is necessary to do researches on both, as much theoretic as empirical investigations to understand the phenomenon of the self-employed, self-leadership and self-development. [2] In addition, SMEs practice a great informality on their human resources management. [3]

The Hidalgo Mexico SMEs are proportionately in commercial sector, services and industry, this with superior emphasis in small businesses. Also, SMEs are an important part of Mexican economy, which generate 70% of employment and represent between 50 and 60% of GDP, [4] although this sector contributes only 8.6% of the total exports. [5]

At the corporate level, the Mexican federal government has carried out the Enterprise Development Program (EDP). In this context, carries an implementation through national, state and municipal instances, such as supports and tax incentives for the development of suppliers, distributors, the integration and grouping of SMEs, even in the tourist sector, with the purpose to increase competitiveness and productivity. This same program established the Fund of Support to SMEs (FSSMEs) for training, consultation, studies, among others. There is, moreover, another Fund to Foment the Integration of Productive Chains (FFIPC), which supports projects to benefit companies to achieve effective linkages. [6]

The global businesses are an opportunity missed by Mexico SMEs. The benefits of the 17 existing international trade agreements, that this country has, have not been reached by SMEs. [7] There are bilateral agreements, multilateral, with several countries and organisms: Switzerland, Norway, Iceland, States of the European Free Trade Agreement, El Salvador, Guatemala and Honduras, States of the European Community and its Members, Israel, Chile, Nicaragua, NAFTA, Bolivia, Colombia, Venezuela, WTO, Costa Rica, Convention Water Transport of the Latin American Free Trade Association (ALADI), the General Agreement on Tariffs and Trade. [8]

SMEs have become increasingly active in international markets. They have a wide range of options and many are opportunistic, they have some internationalization strategy. [9] An example is: Economic Partnership Agreement between Mexico and Japan, [10] which provides benefits for SMEs of both nations from 2005, particularly, in agri-food products for Mexico, and for Japan, high-tech products. There are also options for Mexican SMEs to gain access to the Asian market through an agreement with India promoting strategic alliances, [11] as well as a financing through suppliers as a substitute for the high cost of banking. [12]

Despite the international business opportunities for SMEs, there are reasons why they do not gain a competitive advantage, which must consider the role of three factors: the entrepreneur, the firm's resources and capabilities and the supporting institutions. [13] The above factors have been studied in some countries, as well as the rural and urban context, among other aspects of SMEs. [14]

Additionally, from 2000 to 2005 in Mexico disappeared 11,500 companies of transformation industry and lost 850,000 employments, [15] also 50% of each created

SME is closed by year, [16] all these troubles by ineffective industrial politics for small and medium enterprises. [17] Other factors on SMEs too, such as social security contributions, [18] the dynamics and difficulty in technological access, like the impact of the Internet on the SMEs growth, are significant, [19] which cannot be controlled by SMEs executives, but they can act on their own managerial factors. In this regard, efficiency is essential in the SMEs human resources management for their benefit, also productive and social development of Mexico, as well as of the Hidalgo state. Ensuring profits and achieving a high organizational performance by the workers are responsibilities of their leaders or executives, who must possess important traits of leadership, mainly in SMEs, where management is very rudimentary and limited; they also create a greater interpersonal contact.

The topics of research on human resources and leadership have been applied mainly to large companies, by which is necessary to do studies about this topic in SMEs, even through comparative and complementary studies among different countries or regions of a country. This mainly could help to understand dynamics of SMEs leadership, as well as about developing skills and distinctive traits of effective leadership for its growth and strengthening in a global competitive context. As an example, for Mexico, Pett and Wolff [20] show the need to identify opportunities for SMEs in the context of the North American Free Trade Agreement (NAFTA), Wells and Galbraith [21] identify that SMEs are a major source of industrial pollution in Mexico and Latin America and the ISO 14001 model can help them and can be conveyed effectively through alternating group training and implementation sessions.

Therefore, this research has the following objective: determining managers' leadership practices in Hidalgo-Mexico SMEs. Broadly, the development of research is based on the LPI theoretical framework. So, its concepts, the methodology used, results and conclusions of this study are discussed.

2. THE LEADERSHIP PRACTICE INVENTORY

Researchers have a big interest about leadership Behaviors [22] and the enterprise global context require a greater interest on this subject. Similarly, the need to carry out effective programs on leadership now is very huge. Companies require realization of their purpose and cooperation of employees at all levels. Leadership is developed through a personal growth and could be done in each of them. [2]

Burns introduced the distinction between transactional and transformational leaders in 1978, [22] and Bass in 1985 [23] identified dimensions of leadership behavior covering these two broad aspects: i) Idealized Influence (Charisma), Attributed and Behaviors, ii) Inspirational Motivation, iii) Intellectual Stimulation, iv) Individual Consideration. Transactional leadership tries to control employees through rational or economics means: v) Contingent reward, vi) Management by Active or Passive Exception, and vii) Laissez-Faire. [23] Transactional leaders recognize what the followers want and help them to achieve goals through an exchange. Basically, this leader is approaching to the followers with the promise of compensation, a reward by a support. The transformational leaders try to create conscience into followers about the importance of the results and how to get high performances through the own employees' interest. [23]

The transformational and transactional leadership describes behaviors related to high performance of the subordinates. The Kouzes and Posner's [24] model describes five key dimensions, integrating transformational and transactional leadership. The concepts of these two authors have been used extensively by business to examine managers as leaders. The LPI has proven to be reliable and valid by Cronbach alpha reliability coefficient of every dimension. [25] The LPI is often used to examine five behaviors:

Challenge the process

The leader challenges process when searches opportunities, extends risks, experiments, questions, innovates and improves. To get extraordinary things done. Leaders make use of, *Seize the Initiative, Make Challenge Meaningful, Innovate and Create* and *Look Outward for Fresh Ideas*. Challenging the process promotes leadership and high performance. [24]

“The challenge might have been an innovative new product, a cutting-edge service, a groundbreaking piece of legislation [...] or the startup of a new plant or business. Whatever the challenge, all the cases involved a change from the status quo. Not one person claimed to have achieved a personal best by keeping things the same. All leaders *challenge the process*.” [24:16-17]

Inspire a Shared Vision

Inspiring a shared vision is the degree to which the leader describes an exciting vision of the future. When we feel passionately about the legacy we want to leave, about the kind of future world we want for ourselves and for others, then we are much more likely to voluntarily step forward. [24]

“Leaders breathe life into the hopes and dreams of others and enable them to see the exciting possibilities that the future holds. [...] Leaders ignite the flame of passion in others by expressing enthusiasm for the compelling vision of their group. Leaders communicate their passion through vivid language and an expressive style.” [24:16]

Enable others to act

Leadership is not a solo act, it's a team effort. Enabling others to act is the quantity of cooperative and participatory decisions taken by the leader. Turbulence in the marketplace requires the most collaboration, this is an imperative, without it leaders cannot get extraordinary things done in organizations, they are essentially who have the skills to *Create a climate of trust, Facilitate positive interdependence* and *Support face-to-face interactions*. [24]

“A leader's ability to enable others to act is essential. [...] But when a leader makes people feel strong and capable [...] they'll give it their all and exceed their own expectations. When leadership is a relationship founded on trust and confidence, people take risks, make changes, keep organizations and movements alive.” [24:18-19]

Model the way

Modeling the way means extending consistently leader's practice with their adopted values. Finding your voice is absolutely critical to becoming an authentic leader. To find your voice you must engage in two essentials: clarify your values and express your self. When you engage with the world, and you try on other voices and other styles, you learn what fits you and what does not, and your voice becomes recognizably you. [24]

“To model effectively the behavior they expect of others, leaders must first be clear about their guiding principles. [...] Leaders must find their own voice, and then they must clearly and distinctively give voice to their values. [...] leaders are supposed to stand up for their beliefs, so they'd better have some beliefs to stand up.” [24:14]

Encourage to heart

Encouraging to heart is the degree by which the leader provides a positive feedback, recognizes publicly individual contributions and celebrates the achievements of the team. Exemplary leaders understand the need to recognize contributions and are constantly

engaged in *Focus on clear standards, Expect the best, Pay attention, and Personalize recognition*. Leaders must celebrate values and victories. [24]

"It's part of the leader's job to show appreciation for people's contributions and to create a culture of celebration. [...] Recognition and celebrations are not fun and games [...]. When people see a charlatan making noisy affectations, they turn away in disgust. Encouragement is curiously serious business." [24:19]

The LPI has been applied to executives' leadership practices from governments and businesses, [26] also used with students, [27,28] both male and female subjects, who can exercise effective leadership. [29]

Kouzes and Posner [30] define vision as a unique and ideal image of the future with the following four attributes: i) Idealist, desired future, ii) Uniqueness, pride in being unique, singular and unequalled, iii) Futurist, oriented to a long time, iv) Imaginary, draw the future, visual reference. In more than six years, Kouzes and Posner [31] have asked over 7,500 subjects, what they admire of their leaders and their answers are concentrated in four qualities of credibility factor: Honest, Competent, Forward Looking and Inspiring. These authors suggest the success of leadership is more in the followers' perception on the skills than his leader's perception. Also, leaders are successful because they are capable of creating conditions in which employees can put themselves in the organizational learning. [32]

The Mexican leadership

According to the Hofstede's cultural study, [33] Mexican managers have a high degree on the Length of Power and the Escape of Uncertainty; tend to Masculinity and collectivism. [33] Thus, in Mexico they have a greater emphasis on material success, assertiveness and the traditional roles of women; there is the belief of gender inequity and greater paternalism, [34] a transactional leadership rather than transformational [35] and autocratic. [36] This representation and characterization establish a reality and cognition shared by members of a group. [34]

It should be noted also that the leadership is connected to the concept of change, [32] and globalization requires adapting these new environmental changes, whether social, cultural, political, economic or technological. In this regard, researchers characterize the leader as the voice of new ideas and they call to change new ways of doing management, and in this particular case, its profile is more consistent in the Mexican culture, [37] in this country, the subordinates prefer the authoritarian government, they require assigned and guided activities in their enterprises.

With relation to Kouzes and Posner's model and Mexican leadership, this research expects Managers' Leadership practices in Hidalgo Mexico SMEs to be differentiated, less frequent in the Challenging and Inspiring behaviors, and more frequent in the other LPI behaviors.

3. METHOD

Hypothesis

H: Managers' Leadership practices in Hidalgo Mexico SMEs are differentiated in relation to LPI dimensions: (*CH*) challenging the process, (*IN*) inspiring a shared vision, (*EN*) enabling others to act, (*MO*) modeling the way and (*ENC*) encouraging the heart.

Null Hypothesis

H₀ Managers' Leadership practices in Hidalgo Mexico SMEs are not differentiated, are homogeneous, in relation to the LPI dimensions: (*CH*) challenging the process, (*IN*)

inspiring a shared vision, (*EN*) enabling others to act, (*MO*) modeling the way and (*ENC*) encouraging the heart.

Participants

The managers' sample ($N = 121$), of 71 small, with an error of 8.5%, and 50 medium, with an error of 5.6%, enterprises from Hidalgo, consisted of 64% male, 64% married with a mean age of 37 years old. Also, this sample consisted of 55% university graduates; only 11% have a master's degree, with 61% of public education, with 27% more than 10 years of antiquity in the manager position, and 70% with more than 10 employees under their direction. This sample was obtained in the capital, Pachuca de Soto, in addition to Tula, Tulancingo, Tepeji del Rio, and 23 additional municipalities, distributed among sectors: industrial (36%), commercial (31%), and services (33%). This activity was carried out between May and June 2007 and stored all data this last month.

Measure

The Kouzes and Posner's [38,39] LPI-Self is considered as the basic precedent of the questionnaire applied. This test contains 30 statements; six statements for measuring each one of the five leadership practices; the answers on a 10-point Likert scale, corresponding to how frequently the practice is engaged in from 1 (*almost never*) to 10 (*almost always*).

Our LPI-Self was translated according to Hofstede's (1984) recommendations. [33] A pilot test was additionally conducted in two groups of 30 subjects each one, the statements were selected for getting reliability. Thus, the used LPI-Self in this study had the following characteristics: i) 30 statements about leadership practices, ii) a 5-point Likert scale from 1 (*rarely or never*) to 5 (*very often or always*), iii) 7 demographic questions and iv) 5 issues on the business environment.

The reliabilities (Chronbach alpha coefficients) of the scores on the five LPI self scales in the sample were: Challenging 0.73, Inspiring 0.79, Enabling 0.78, Modeling 0.80, and Encouraging 0.76, which were similar to the reliabilities reported previously by Posner, Slater, Boone, Price, Martinez, Alvarez, Topete and Olea. [28,37]. These results of Cronbach alpha coefficients suggested our Spanish version of LPI self was reliable.

Results

Statistical analysis

Data collected through the SPSS 11.0 software, the statistical analyses were the following ones: i) reliability using Cronbach alpha ii) descriptive statistics and iii) analysis of variance.

The ANOVA test was applied (table 1). The F value (6.39) is greater than F critical value (2.39), then the null hypothesis is rejected. So, the ANOVA test, supported and demonstrated the hypothesis of this investigation, that is to say: *managers' Leadership practices in Hidalgo Mexico SMEs are differentiated in relation to the LPI dimensions: (CH) challenging the process, (IN) inspiring a shared vision, (EN) enabling others to act, (MO) modeling the way and (ENC) encouraging the heart.*

Table 1. ANOVA test, F-value and F-critical value.

Origin of the variations	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean of the squares	F	Probability	Critical value for F
Among groups	11.02	4.00	2.75	6.39	4.87E-05	2.39
Intra-groups	258.69	600.00	0.43			
Total	269.71	604.00				

The means obtained out of the five leadership practices are: Challenging the process (3.90); inspiring a shared vision (3.87) occasionally; enabling others to act (4.08) always; modeling the way (4.23) always; encouraging the heart practices (3.94) often (figure 1, table 2).

Figure 1. The managers' average of the leadership practices in Hidalgo Mexico SMEs.

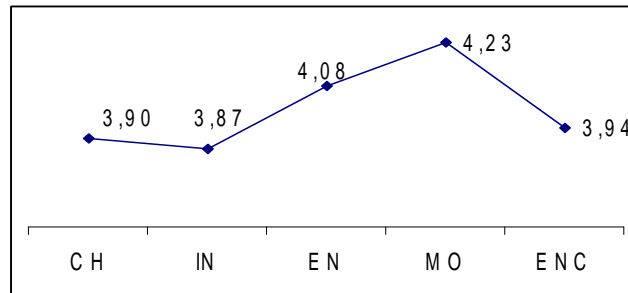


Table 1. Means and variances of the LPI behaviors.

<i>Groups</i>	<i>N</i>	<i>Sum</i>	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>
CH	121	471.83	3.90	0.48
IN	121	467.93	3.87	0.54
EN	121	493.67	4.08	0.40
MO	121	511.93	4.23	0.36
ENC	121	476.63	3.94	0.37

4. FINAL DISCUSSION

The results of this research suggest that the dimension modeling the way is used very often, the means show Hidalgo SMEs managers as leaders with clear values, their actions and values are aligned and they are good examples. On the other hand, the dimensions with less impact are: Inspiring a shared vision and challenging process, this shows that the managers have difficult to trust entirely their visions or fascinating dreams and the way to innovate in procedures. Generally, managers hope that new expectations and methods to be developed by other leaders or companies and thus they are able to follow them, meaning they are not willing to risk. However, leaders of this sample need to share more their visions and their partial successes with their subordinates, and try to be innovative, creative, with new ideas that help improve the organizational performance to achieve competitive advantage and organizational productivity.

These results are similar to other studies in Mexico and in the United States of America; they do not have a different distribution of leadership practices. [40] The applied LPI-Self is reliable in the five dimensions identified by Kouzes and Posner, those have been developed from a north American executive context. [37] In this way, leadership practices are restricted to a cultural specific context, forcing to observe carefully the experiences of leaders within each culture, considering their values, situations and successful factors, although differences are not observed.

Other authors consider a manager as a decision maker [41] rather than as a leader. Also, conventional leadership excludes issues connected with conflict and power, these can advance in the understanding of the executive phenomenon. [42,43].

Similarly, it is important to indicate that the Zagorsek's, Jaklic's, Stough's [44] and McCarthy's [45] establish that LPI captures only a fraction of the total leadership behaviors that may occur in a particular area or country; although this particular area has a great social, cultural and economic influence in the life of the United States of America, so it cannot generalize the results to other geographic regions.

5. REFERENCES

- [1] Statistical Geography and Information National Institute SGINI. (2004). *Censos Económicos*. Retrieved March 30, 2007, from <<http://www.inegi.gob.mx>>
- [2] McCollum, B. (1999). 'Leadership Development and Self-Development: An Empirical Study', *Career Development International*, Bingley, U. K.: Emerald, vol. 4, no. 3, pp. 149-156.
- [3] Nguyen, T. & Scott, W. (2004). 'A Study of Formality of Human Resource Management Practices in Small and Medium Size Enterprises in Vietnam', *International Small Business Journal*, U. K.: SAGE Publications, vol. 22, no. 6, pp. 595-618.
- [4] Transformation Industry National Chamber TRAINNATCA. (2007). 'Productividad de PyMEs, menor a la de 1970: IP', *El Economista*. Retrieved August 2, 2007, Mexico, from <<http://www.economista.com.mx/articulos/>> 2007-05-14-36219.
- [5] Notimex. (2006a). 'PyMEs sólo tienen el 8.6% de las exportaciones', *El Economista*, Retrieved August 2, 2007, Mexico, from <<http://www.economista.com.mx/articulos/>>, 2006-11-08-23117.
- [6] Mexican Presidency. (2001). *Programa de Desarrollo Empresarial PDE 2001-2006 A1-VII*. Retrieved May 23, 2006, Mexico, from <<http://www.cipi.gob.mx/pde.pdf>>
- [7] Becerril, O. (2007). 'TLC's no han beneficiado a las PyMEs', *El Economista*. Retrieved August 2, 2007, Mexico, from <<http://www.economista.com.mx/articulos/>>, 2007-01-15-27794.
- [8] International Relationships Secretary of Mexico IRSM. (2007). *Tratados Internacionales celebrados por México*, Retrieved June 5, 2007, Mexico, from <<http://www.sre.gob.mx/tratados>>.
- [9] Rodriguez, J. (2007). *The Internationalization of the Small and Medium-sized Firm*, *Prometheus*; U. K.: Routledge, vol. 25, no. 3, pp. 305-317.
- [10] *Economic Partnership Agreement between Mexico and Japan EPAMJ*. (2004). Retrieved August 3, 2007, Mexico, from <http://www.sice.oas.org/TPD/MEX_JPN/Studies/puntos_s.pdf>.
- [11] Notimex. (2006b). 'México cooperará con la India en materia de PyMEs', *El Economista*, Retrieved August 2, 2007, Mexico, from <<http://www.economista.com.mx/articulos/>> 2006-03-28-10027.
- [12] Notimex. (2005). 'Proveedores, única respuesta a PyMEs', *El Economista*. Retrieved August 2, 2007, Mexico, from <<http://www.economista.com.mx/articulos/>> 2005-12-27-5164.
- [13] Ojeda-Gomez, J.; Simpson, M.; Koh, L. & Padmore, J. (2007). 'Achieving competitive advantage in the Mexican footwear industry', *Benchmarking: An International Journal*, Bingley, U. K.: Emerald, vol. 14, no. 3, pp. 289-305.

- [14] Westehead, P.; Ucebasaran, D. & Binks, M. (2004). 'Internationalization Strategies Selected by Established Rural and Urban SMEs', *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Bingley, U. K.: Emerald, vol. 11, no. 1, pp. 8-22.
- [15] Solís, P. (2006). 'Crean 300 mil PyMEs por año, pero cierran 11,500 industrias', *Crónica*, Retrieved August 2, 2007, Mexico, from <http://www.cronica.com.mx/nota.php/foro/zt/foro/nota.php?id_notas=23652>.
- [16] Notimex. (2006c). 'Cierran la mitad de las nuevas PyMEs cada año', *El Economista*, Retrieved July 31, 2007, Mexico, from <<http://www.economista.com.mx/articulos/>> 2006-05-08-11899.
- [17] Gonzalez, M. (2004a). 'Embate presupuestal contra las PyMEs', *La Jornada*. Retrieved July 31, 2007, Mexico, from <<http://www.jornada.unam.mx/2004/09/27/006n1sec>>
- [18] Gonzalez, M. (2004b). 'Una vía a la informalidad', *La Jornada*. Retrieved July 31, 2007, Mexico, from <<http://www.jornada.unam.mx/2004/05/17/003n1sec>>
- [19] Amorós, J.; Planellas, M. & Batista-Foguet, J. (2007). Does Internet technology improve performance in small and medium enterprises? Evidence from selected Mexican firms, *Academia, Revista Latinoamericana de Administración*, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, vol. 39, pp. 71-91.
- [20] Pett, T. & Wolf, J. (2003). 'Firm Characteristics and Managerial Perceptions of NAFTA: An Assessment of Export Implications for U.S. SMEs', *Journal of Small Business Management*, Boston, USA: Wiley-Blackwell, vol. 41, no. 2, pp. 117-132.
- [21] Wells, R. & Galbraith, D. (1999). Proyecto Guadalajara Promoting Sustainable Development through the Adoption of ISO 14001 by Small and Medium-Sized Enterprises, *GMI Theme Issue, ISO 14001: Cases and Practical Experiences*, U. K.: Greenleaf Publishing, no. 28, pp. 90-102.
- [22] Bono, J. & Judge T. (2004). 'Personality and Transformational and Transactional Leadership: A Meta-Analysis', *Journal of Applied Psychology*, Washington, D. C., USA, vol. 89, no. 5, pp. 901-910.
- [23] Bass, B. (1997). 'Personal Selling and Transactional/Transformational Leadership', *Journal of Personal Selling & Sales Management*, N. Y., USA, no. 3, pp. 19-28.
- [24] Kouzes, J. & Posner, B. (2002). *The Leadership Challenge*, San Francisco: Jossey-Bass.
- [25] Carless, S. (2001). 'Assessing the Discriminant Validity of Leadership Practices Inventory', *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, U. K.: The British Psychological Society, vol. 74, pp. 233-239.
- [26] Posner, B. & Schnidt, W. (2001). 'The Values of Business and Federal Government Executives: More Different: Than Alike', *Public Personnel Management*, USA: The Gale Group, no. 25, p. 277.
- [27] Posner, B. & Brodsky, B. (1992). 'A Leadership Development Instrument for College Students', *Journal of College Student Development*, Vanderbilt University, USA: ACPA, no. 33, pp. 231-237.
- [28] Posner, B. (2004). 'A Leadership Development Instrument for Students', *Journal of College Student Development*, Vanderbilt University, USA: ACPA, vol. 45, no. 4, pp. 443-456.
- [29] Posner, B. & Rosenberger, J. (2004). 'Effective Orientation Advisors are Also Leaders', *NASPA Journal*, Washington, D. C., vol. 35, no. 1, pp. 46-47.

- [30] Kouzes, J. & Posner, B. (1996). 'Envisioning Your Future: Imagining Ideal Scenarios', *The Futurist*, Maryland, USA: World Future Society, vol. 3, pp. 14-19.
- [31] Kouzes, J. & Posner, B. (1990). 'The Credibility Factor; What Followers Expect from Their Leaders', *Business Credit*, Maryland, USA: National Association of Credit Management, vol. 92, no. 5, pp. 24-28.
- [32] Brown, L. & Posner B. (2001). 'Exploring the Relationship between Learning and Leadership', *Leadership & Organization Development Journal*, Bingley, U. K.: Emerald, vol. 22, no. 6, pp. 274-280.
- [33] Hofstede, G. (1984). *Culture's consequences: International differences in work-related values (Abridged edition)*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- [34] Frucot, V. & Sheran, W. (1991). Budgetary participation, locus of control, and Mexican Managerial Performance and job satisfaction, *The Accounting Review*, Houston, TX: American Accounting Association, vol. 66, no. 1, pp. 88-99.
- [35] Shane, S.; Venkataraman, S. & MacMillan, I. (1995). 'Cultural Differences in Innovation Championing Strategies', *Journal of Management*, Newbury Park, CA: Sage Publications, no. 21, pp. 931-952.
- [36] Kuchinke, K. P. (1999). Leadership and culture: Work-related values and leadership styles among ~one company's U.S. and German telecommunication employees~, *Human Resource Development Quarterly*, San Francisco, CA: Wiley Interscience, vol. 10, no. 2, pp. 135-154.
- [37] Slater, Ch.; Boone, M.; Price, L.; Martinez, D.; Alvarez, I.; Topete, C. & Olea, E. (2002). 'A Cross-Cultural Investigation of Leadership in the United States and Mexico', *School Leadership & Management*, U. K.: Taylor and Francis Group, vol. 22, no. 2, pp. 197-209.
- [38] Kouzes, J. & Posner, B. (2000). *The Leadership Practices Inventory (LPI)-Deluxe Facilitator's Guide Package*, San Francisco: Jessey-Bass.
- [39] Kouzes, J. & Posner, B. (2003). *The Leadership Practices Inventory (LPI): Self Instrument (Paperback)*, 3rd edn, San Francisco: Jessey-Bass/Pfeiffer.
- [40] Matviuk, S. (2007). 'Cross-cultural leadership behavior expectations: A comparison between United States managers and Mexican managers', *The Journal of American Academy of Business*, Cambridge, vol. 11, no. 1, pp. 253-260.
- [41] Ansoff, H. (1965). *Corporate Strategy*, Nueva York: McGraw-Hill.
- [42] Barba, A. (1993). 'Conflicto Organizacional: Estrategias Corporativas y Relaciones de Poder', in L Hirose (ed), *Estrategias Organizacionales*, México: INAM, pp. 30-48.
- [43] Hellriegel, D. (1998). *Comportamiento Organizacional*. México: Thomson.
- [44] Zagorsek, H.; Jaklic, M. & Stough, S. (2004). 'Comparing Leadership Practices between the United States, Nigeria, and Slovenia: Does Culture Matter?', *Cross Cultural Management*, Bingley, U. K.: Emerald, vol. 11, no. 2, pp. 16-34.
- [45] McCarthy, G. (2005). 'Leadership Practices in German and UK Organisations', *Journal of European Industrial Training*, Bingley, U. K.: Emerald, vol. 29, no. 3, pp. 217-261.

6. BIBLIOGRAFY

Mexican Business Information System. (2006). *Estadísticas por Tamaño de Empresa y Estado*, Retrieved April 17, 2006, Mexico, from <http://www.siem.gob.mx/portalsiem/>.

La ley natural moral según el pensamiento clásico

[Luciano Barp Fontana](#)
Dirección de Posgrado e Investigación,
Universidad La Salle
E-mail: lbfontana@ulsa.mx

[Recibido: Junio 27, 2008. Aceptado: Junio 28, 2008](#)

Introducción

Este ensayo acerca de la ley natural¹ moral quiere ser una colaboración en la difusión de las tesis fundamentales de la filosofía de los derechos humanos (*iura humana*) que hemos heredado del pensamiento clásico.

Partiremos de Santo Tomás de Aquino (1225-1274), quien expuso el tema de la ley natural moral en la primera de la segunda parte de la Suma Teológica, desde la cuestión 90 hasta la cuestión 106.

Para ello, Santo Tomás se apoyó en las obras de Aristóteles, Cicerón, San Agustín y la Patrística. Además, se fundamentó en el Decreto de Graciano (*Corpus iuris canonici*, recopilado en el año 1140 por el monje camaldulense Graciano) y en las cuatro partes del *Corpus iuris civilis* (Instituciones, Digesto, Código Justiniano y Novelas posteriores a Justiniano).

Asimismo, los escritos de Santo Tomás sirvieron de base para innumerables comentarios y tratados sobre la ley natural moral que influyeron profundamente en la evolución del pensamiento novo hispano, del cual somos herederos.

Actualmente, después de las tragedias de la segunda guerra mundial, se recuperó la doctrina de la ley natural moral insita en la dignidad de la persona humana.²

Este nuevo humanismo es como el renacimiento de la filosofía clásica, cuyas corrientes confluyeron en la antropología tomista que sigue vigente en nuestra cultura actual, cuyo programa se puede resumir así: "Nada humano me es ajeno" (Terencio, poeta romano de siglo II, a.C).

Existencia del hecho moral

La existencia del hecho moral³ nos consta por la experiencia. En efecto, todos los pueblos en todos los tiempos y lugares reconocen una categoría de actos que tienen las siguientes características:

¹ NATURALEZA significa el sujeto (sustancia), en cuanto que es principio de las operaciones que brotan necesariamente del sujeto mismo. Si brotan operaciones vegetativas, se trata de una naturaleza vegetativa. Si brotan operaciones vegetativas y sensitivas, se trata de una naturaleza animal. Si brotan operaciones vegetativas, sensitivas y racionales, se trata de una naturaleza humana.

² PERSONA HUMANA significa una criatura de naturaleza intelectual, es decir, espiritual. La misma palabra "persona" (*per-sonare*, verbo acústico de sintonía) nos indica su esencia que consiste en la capacidad de sintonizarse (*per-sonar*) con otra persona humana y con la persona divina, gracias al poder espiritual, que consiste en la capacidad intelectual y en la capacidad de autodeterminación.

³ Moralmente bueno es aquello que es idóneo para la realización de la naturaleza humana según el modelo original de ser humano, que se encuentra en la mente de su Hacedor. Moralmente malo es aquello que no es idóneo.

- I. Son actos morales, esto es, realizados por el hombre mediante su inteligencia y su querer reflexivo.
- II. Estos actos morales son buenos o malos. En efecto, todo hombre sabe, por ejemplo, que respetar la vida, la fama y los bienes del prójimo son obras buenas y que los actos opuestos son cosas malas.
- III. Estos actos morales revisten un carácter de obligación. En efecto, el hombre sabe que matar, robar, etc. son cosas prohibidas. Inclusive, si las hace a pesar de esta prohibición, advierte que su conciencia desapruueba tal conducta, causándole remordimiento. En cambio, cuando respeta la vida y los bienes del prójimo, su conciencia aprueba su conducta, causándole satisfacción.

Estas tres propiedades definen el hecho moral. (Cf. S. Tomás, *Contra gentes*, lib. 3, c. 129; S. *Theol.*, 2. 2. q. 23. a. 7; Cicerón, *De legibus*, l. 1, c. 10; *De finibus bon. et mal.* lib. 5, c. 22).

Del hecho moral a la teoría de la ley natural moral

Los filósofos griegos y latinos fueron los precursores de la doctrina de la ley natural.

Heráclito de Efeso (535-470 a.C) habla de una sabiduría superior que impregna todo el Universo: «Todas las leyes humanas se nutren de una, la divina» (fragmento 114).

Archytas de Tarento (400-365 a.C) habla de leyes no escritas, promulgadas por los dioses para fundamentar las leyes de los hombres. Su violación es causa de desgracias y de castigos.

Sófocles (496-406 a.C), en la tragedia Antígona, sostiene la existencia de unas leyes no escritas e inmortales que están por encima de las leyes dadas por los hombres.

Aristóteles (384-322 a.C) concibe la ley natural como una norma común a todos los hombres, que es conforme con la naturaleza. Se funda en principios universales y no deriva de ninguna convención. Sus principios pueden entrar en colisión con las leyes particulares propias de cada pueblo. En tales ocasiones es justo seguir la ley natural universal. (Cf. *Retórica*, 7 - 10).

El estoicismo (siglo IV a.C) enseña que todas las substancias individuales del cosmos están ordenadas por el Logos, un principio activo llamado de diversos modos: Dios, alma o destino. En este contexto, el hombre debe vivir conforme a la virtud. Ahora bien, dado que las pasiones son movimientos irracionales, el sabio debe erradicarlas para vivir una vida racional.

Marco Tulio Cicerón (106-46 a.C) divulga entre los latinos las doctrinas del estoicismo griego. Trata de la Ley Natural en su libro *De re publica* (c. 3):

«Existe una ley conforme a la naturaleza, común a todos los hombres, razonable, eterna, que nos prescribe la virtud y nos prohíbe la injusticia. Requiere el cumplimiento de sus mandatos, y aparta del mal mediante sus prohibiciones. (...) Universal, inflexible, siempre la misma, abraza a todas las naciones y a todos los siglos».

La Patrística y la Escolástica fundamentan la teoría de la ley natural en la antropología del hombre imagen de Dios. Nosotros somos criaturas compuestas de un cuerpo animado por un alma espiritual. Tendemos hacia un fin último (la felicidad) que consiste en nuestra realización personal que podemos alcanzar ajustando y reajustando nuestras acciones al modelo original de ser humano que se encuentra en la mente del Hacedor.

San Ireneo (130-202) sostiene que los paganos no conocieron la Ley de Moisés, pero todos tienen en sus corazones una ley natural que suple a la ley mosaica.

San Agustín (354-430) dice: «Ley eterna es la razón y la voluntad divina que manda observar el orden natural, y prohíbe perturbarlo» (*Contra Fausto*, 22, 27). Sostiene que la ley natural se encuentra en el corazón humano y que no es otra cosa que la ley divina entregada al hombre.

San Isidoro de Sevilla (560-636) afirma que la ley natural es universal y, como muestra, cita las leyes acerca del matrimonio y de la procreación. Su obra influye en Graciano, autor del *Decretum* (1140?) que es el manual de Derecho canónico de la edad media.

Santo Tomás de Aquino (1225-1274) integra en la Suma Teológica un tratado *De legibus* en el cual confluyen las teorías acerca de la ley natural que acabamos de enumerar. La naturaleza humana constituye el fundamento de la teoría de la *lex naturalis* y del *ius gentium*, que perdura en nuestros días.

Nosotros hemos heredado tal teoría, gracias a los escritos del maestro fundador de la Universidad de México (1551), Alonso de la Vera Cruz, alumno de Francisco de Vitoria, precursor de la idea de unas Naciones Unidas.

Los filósofos españoles del siglo XVI dan una grande importancia a la racionalidad como fuente del derecho natural fundamentado en la universalidad de la naturaleza humana creada por un Principio único y unificador.

Noción de ley

Aclaremos por partes la definición clásica de ley: «*Ordenamiento de la razón, promulgado para el bien común, por aquel que tiene el cuidado de la comunidad*» (S. Tomás, *S. Theol.*, 1. 2. q. 90. a. 4).

- (I) *Ordenamiento*. En efecto, la ley es una norma de obrar obligatoria y no un simple consejo.
- (II) *Racional*. La ley es fruto de la razón y no del capricho.
- (III) *Para el bien común*. La ley mira al bien de toda la comunidad y no se limita al bien de algunos o de uno.
- (IV) *Dado por aquel que tiene el cuidado de la comunidad*. En efecto, establecer normas obligatorias para el bien común pertenece a la comunidad mediante sus representantes.
- (V) *Promulgado*. De otra manera, sería imposible llegar al cumplimiento de la ley.

En general, ley significa armonía, equilibrio, organización, realización y orden. Por cierto, el orden supone un ordenador sapiente.

Según el derecho clásico hablamos de ley eterna, ley natural, ley natural moral y ley positiva, sin embargo, en todos los casos hay que concebir la ley como un mandato.⁴

Ley eterna, ley natural y ley natural moral

Ley eterna. Es el plan que se encuentra en la mente del único Hacedor, en la cual preexisten los modelos de todas las criaturas del cosmos. La palabra griega cosmos significa hermosura, orden y negación del caos.

⁴ El término mandar significa dar la mano (en latín: *manus dare*). Es una palabra cargada de seguridad, de integración, de unificación y de negación de la soledad.

«Siendo Dios la causa de todas las cosas, debe preexistir en su inteligencia la idea de cada uno de sus efectos. Se sigue que en la mente divina debe necesariamente preexistir el plan del ordenamiento de las cosas hacia sus propias finalidades» (S. Tomás, *S. Theol.*, 1. q. 22. a.1).

Santo Tomás describe así la Ley Eterna:

«La ley no es otra cosa que un dictamen de la razón práctica existente en el príncipe que gobierna una comunidad perfecta. Pero, dado que el mundo está regido por la divina providencia, es manifiesto que toda la comunidad del universo está gobernada por la razón divina. Por tanto, el designio mismo de la gobernación de las cosas que existe en Dios como monarca del universo, tiene la naturaleza de ley».... «Ley eterna es el plan u ordenación de la divina sabiduría que orienta todas las acciones y movimientos de las criaturas hacia el bien común del universo»... «Y como la inteligencia divina no concibe nada en el tiempo,... debe darse a tal ley el nombre de ley eterna» (*S. Theol.*, 1. 2. q. 93. a. 1).

Nosotros no podemos conocer la ley eterna tal como existe en la inteligencia divina. La conocemos en cuanto que fue impresa por Dios en nuestra razón, en forma de principios universales que regulan la conducta humana. Además, la conocemos mediante la razón que estudia el universo y descubre las leyes físicas.⁵

Este plan se denomina Ley Eterna.

Ley natural. Es la misma ley eterna participada en todas las criaturas según la naturaleza de cada una de ellas.

Con la creación,⁶ Dios las sitúa en la jerarquía del ser.⁷

Además, con su Providencia,⁸ Dios guía la vida de las criaturas para que puedan alcanzar su propia realización de acuerdo con el plan establecido por él en la creación.

Los minerales, los vegetales y los animales irracionales (y el hombre en su dimensión biológica) cumplen mecánica e irracionalmente el orden y la armonía de la ley eterna con las leyes físico-químicas y biológicas.⁹ Este plan se denomina Ley Natural.

Ley natural moral. Es la misma ley eterna participada en la criatura racional dotada de inteligencia y voluntad.¹⁰ Por cierto, nosotros los humanos, en nuestra dimensión corpórea, cumplimos mecánica e irracionalmente la ley eterna según las leyes físico-

⁵ Ley natural física es la descripción del impulso o de la inclinación de la naturaleza determinada intrínsecamente a obrar de un modo constante y uniforme.

⁶ Crear es una operación exclusivamente divina, que consiste en participar totalmente su propio existir a otro. Sin Él, no seríamos. En efecto, somos contingentes y esto significa que existimos solamente porque estamos "en contacto" con el Otro. Todo lo que somos y todo lo que tenemos lo hemos recibido de otro.

⁷ El adjetivo griego ιερος significa lo sagrado. Jerarquizar indica ordenar según lo sagrado

⁸ Que Dios creador sea providente, es un pensamiento común de las grandes religiones y de muchas corrientes filosóficas. Por ejemplo, la filosofía de los Estoicos admite un *Logos* providente (πρόνοια).

⁹ *Vida vegetativa.* Por la nutrición el viviente asimila la materia ajena y la convierte en propia. Por el crecimiento, aumenta cuantitativamente hasta alcanzar una dimensión media dentro de su especie. Por la reproducción, genera un viviente de su misma naturaleza).

Vida sensitivo-cognoscitiva. Vista, oído, olfato, gusto y tacto son órganos estimulados por las cualidades sensibles del cosmos. Se producen sensaciones visuales, auditivas, olfativas, gustativas y táctiles para una comunicación sensible con los demás.

Vida pasional-sensitiva. Amor sensible y odio. Deseo y aversión. Alegría y tristeza. Esperanza y desesperanza. Audacia y miedo. Y finalmente la ira. Estas pasiones son fuerzas instintivas maravillosas, propias de los animales irracionales y de los humanos.

¹⁰ El Hombre es un espíritu con un cuerpo. Además de ser el sujeto de las operaciones vegetativas y sensitivas propias de todo viviente corpóreo, es el sujeto de las dos operaciones espirituales, es decir, de la vida intelectual y del querer reflexivo. Inteligencia y voluntad son vigorizadas a su vez por sus respectivas virtudes. Las virtudes intelectuales (ciencia, inteligencia, sabiduría, arte o técnica) vigorizan el entendimiento. Las virtudes morales (prudencia, justicia, fortaleza y templanza) vigorizan la voluntad.

químicas y biológicas. Además, cumplimos moralmente la ley eterna mediante nuestra inteligencia y nuestro poder de deliberación y de elección. Aquí describimos la facultad intelectual y la facultad volitiva.

La inteligencia humana es una facultad espiritual e inorgánica que desmaterializa las imágenes sensibles materiales para elaborar ideas inmateriales acerca de la realidad.

El acto intelectual se desarrolla en tres etapas:

- (I) La elaboración de ideas inmateriales, abstrayéndolas de las realidades sensibles materiales.
- (II) La elaboración de juicios, que consisten en la afirmación de una idea respecto a otra idea.
- (III) La ilación, que consiste en concluir juicios nuevos partiendo de juicios ya afirmados.

Ahora bien, por su inteligencia el hombre puede conocerse a sí mismo, al mundo y a lo trascendente. Por su inteligencia puede planear su vida personal.

La voluntad humana es una facultad espiritual e inorgánica que tiende hacia un objetivo que la inteligencia le presenta como bueno para nuestra realización personal que alcanzaremos ajustándonos y reajustándonos al paradigma original de ser humano, que existe en la mente de nuestro Hacedor.

El acto voluntario se desarrolla en cuatro etapas:

- (I) El conocimiento reflexivo de algún objetivo concebido como conveniente para nuestra realización personal.
- (II) La deliberación, que consiste en un examen acerca de las opciones que la inteligencia propone a la voluntad.
- (III) La elección, que consiste en optar libremente por una de las alternativas propuestas. (Libre es quien sabe lo que quiere hacer).
- (IV) La fruición, que consiste en el gozo del bien elegido.

Ahora bien, por medio de la voluntad (la cual es buena cuando está bien iluminada por la inteligencia) el hombre es capaz de un proceso de deliberación y de elección para construir su propia historia personal.

De esta manera, el Hacedor nos ha constituido criaturas creadoras de nuestra propia historia personal. «Dios hizo al hombre y lo dejó en manos de su albedrío» (Eclo. 15,14).

Este plan se denomina Ley Natural Moral.

Ley positiva. Es la participación de la ley natural moral en la sociedad humana. Se llama positiva, ya que está “puesta” por el legislador humano. Las leyes positivas son justas cuando se ajustan con los principios universales de la ley natural.

La conciencia moral y los principios de la ley natural moral

En lo íntimo de nuestra constitución humana experimentamos una vida de vinculación entre nuestra conciencia individual y los principios de la ley natural moral.

La conciencia moral no es la ciencia moral. Conciencia moral es el juicio práctico acerca de la bondad o la maldad del acto que vamos a poner o que hemos puesto (hazlo...no lo hagas...bien hecho...mal hecho).

La conciencia moral no juzga la ley, juzga los actos humanos personales concretos, en función de la ley natural moral.

Así que, conciencia moral es aquel juicio que nos determina íntimamente a actuar bajo el aspecto del bien y del mal moral. Ella nos obliga o desobliga, nos aprueba, nos excusa o nos reprende de acuerdo con el principio fundamental de la ley natural que dice: “Es preciso hacer el bien y evitar el mal”.

«El primer principio de la razón práctica es aquel que se basa en la naturaleza de bien: ‘Bien es aquello hacia lo cual todos los entes tienden para alcanzar su realización’. Este pues es el primer principio de la ley: ‘Se debe hacer el bien y evitar el mal’. Todos los demás preceptos de la ley natural se fundamentan en éste, de tal manera que todo aquello que debe hacerse o evitarse, tendrá carácter de precepto, en cuanto que la razón práctica lo juzga naturalmente como un bien humano» (S. Tomás, S. *Theol.*, 1. 2. q. 94. a. 2).

Como se ve, la conciencia moral no crea la ley, sin embargo, nos da a conocer los principios de la ley natural moral que Santo Tomás detalla en el siguiente texto:

«El orden de los preceptos de la ley natural es correlativo al orden de las inclinaciones naturales.

Ante todo, encontramos en el hombre una inclinación que tiene en común con todos los entes. Tal inclinación consiste en que toda sustancia tiende por naturaleza a conservar su propio existir. De acuerdo con esta inclinación se consideran de ley natural todas aquellas cosas que ayudan a la conservación de la vida humana y que impiden su destrucción.

En segundo lugar, encontramos en el hombre una inclinación hacia bienes más determinados, según la naturaleza que él tiene en común con los demás animales. Según esta inclinación se consideran de ley natural aquellas cosas que la naturaleza ha enseñado a todos los animales, tales como la conjunción de los sexos, la educación de los hijos y otras cosas semejantes.

En tercer lugar, hay en el hombre una inclinación hacia aquel bien que corresponde a la naturaleza racional, que es la suya propia, como es, por ejemplo, la inclinación natural a buscar la verdad acerca de Dios y a vivir en sociedad. Y, según esto, se consideran de ley natural todas aquellas cosas que se refieren a esta inclinación, como evitar la ignorancia, respetar a los conciudadanos y todas las demás cosas relacionadas con esto» (S. Tomás, S. *Theol.*, 1. 2. q. 94. a. 2).¹¹

Finalidad de la ley natural moral

La ley natural moral es para el bien común que consiste en el conjunto de aquellas condiciones de la vida social que permiten a los grupos y a cada uno de sus miembros conseguir su propia realización.

Ahora bien, la experiencia nos dice que por naturaleza todos tendemos a nuestro bien individual, sin embargo, consta que no tendemos espontáneamente al bien de los demás.

¹¹ En esta cita de la cuestión 94 encontramos el fundamento de la DECLARACIÓN UNIVERSAL DE LOS DERECHOS HUMANOS, proclamada por la Organización de las Naciones Unidas (1948), que desglosa los derechos fundamentales de la persona entendida como individuo y como miembro de la sociedad civil. Se afirma, antes que todo, la igualdad de todos los seres humanos “sin distinción alguna de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de cualquier otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición” (2). Luego se proclaman como inalienables, entre otros, los siguientes derechos: “derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona (3); “derecho al reconocimiento de su personalidad jurídica (6); “derecho, sin distinción alguna, a igual protección de la ley” (7); “derecho a circular libremente y a elegir su residencia en el territorio de un Estado” (13); “derecho a una nacionalidad” (15); “derecho a la libertad de opinión y de expresión” (19); “derecho a la libertad de pensamiento, de conciencia y de religión” (18). En cuanto a la familia, se afirma “el derecho a casarse y fundar una familia” (16). Se reconoce la familia como el elemento natural y fundamental de la sociedad. Una especial mención para la defensa de la maternidad y de la infancia. Se afirma el papel primario de los padres en la educación de los hijos. En el ámbito social se proclama los derechos a la seguridad para satisfacer las necesidades económicas y culturales, indispensables al libre desarrollo de su personalidad: “derecho a la libertad de reunión y de asociación pacíficas” (20); “derecho al trabajo” (23); “derecho al descanso y al disfrute del tiempo libre” (24); “derecho a la alimentación, al vestido, a la vivienda, a la asistencia médica y a los servicios sociales necesarios” (25); “derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad” (27).

Para que nuestra voluntad se incline a dar a los demás aquello que les es debido, la constitución humana está dotada del hábito de la justicia, que nos dispone a considerar al próximo como a otro yo, cuidando de su existencia y de lo necesario para una vida humanamente digna.

La ley natural moral es universal por su fundamento y por su promulgación

La ley natural moral es universal, ya que se fundamenta en la naturaleza humana que es esencialmente la misma en cualquier hombre y se extiende a todos los hombres y a todos los tiempos.

La ley natural moral es universal, ya que todos los hombres son criaturas del único Creador, sin embargo, ella no obliga a todos, ni en todo, sino solamente en la medida en que el hombre llega al conocimiento de sus preceptos que podemos dividir en tres clases, según su mayor o menor grado de evidencia (Cf. S. Tomás, *S. Theol.*, 1. 2. q. 94. a. 6 y q. 100. a. 3).

- (I) Los preceptos de primera clase de la ley natural son evidentes por sí mismos. Por ejemplo, "hay que hacer el bien y evitar el mal", "no hagas a otro lo que no quieres que te hagan a ti", etc. Tales preceptos no pueden ser ignorados inculpablemente por el hombre que ha llegado al uso normal de la razón o que todavía no lo ha perdido.
- (II) Los preceptos de segunda clase no son evidentes por sí mismos, sin embargo, se deducen inmediata y fácilmente de los primeros principios. Por ejemplo, "honrar a los padres", "no mentir", etc. Tampoco estos preceptos pueden ser ignorados inculpablemente por el hombre que ha llegado al uso normal de la razón.
- (III) Los preceptos de tercera clase (llamados antiguamente *ius gentium*) no son evidentes por sí mismos y se derivan de los anteriores con notable dificultad. Por ejemplo, "la monogamia", "la indisolubilidad del matrimonio", etc. Tales preceptos pueden ser ignorados inculpablemente por muchos, así que es necesario el consejo de los sabios y de los especialistas que pueden orientar nuestra conciencia antes de tomar decisiones.

La ley natural moral es inmutable

La ley natural moral es inmutable, ya que se fundamenta sobre la inmutabilidad de la naturaleza humana (Cf. S. Tomás, *S. Theol.*, 1. 2. q. 94. a. 4. et 5).

Es inmutable intrínsecamente, ya que prohíbe o manda acciones que son malas o buenas porque son contrarias o conformes con la naturaleza humana inmutable.

Es inmutable extrínsecamente porque el Creador no puede querer que una naturaleza obre contrariamente a sus leyes (con mayor razón la ley natural no podrá ser abrogada por una voluntad humana).

Por los mismos motivos, tampoco podrá haber suspensión o dispensa en sentido estricto. Sin embargo, en los preceptos de tercera clase, es decir en aquellos que no pueden ser moralmente definidos sino teniendo en cuenta las circunstancias particulares, puede haber una dispensa aparente, es decir, una interpretación a favor de la persona.

Es importante notar que se falsaría el concepto de ley natural moral si de su inmutabilidad se concluyera la inmutabilidad absoluta de todas las reglas de moralidad. En efecto, las circunstancias concretas sociales e individuales obligan constantemente a buscar nuevas soluciones de acuerdo con los principios inmutables de la ley natural moral.

Obligación y sanción moral

Obligación. (Cf. S. Tomás, *De veritate*, q. 17. n. 3). El deber (la obligación moral) es la vinculación entre el juicio práctico de la conciencia y los principios objetivos universales de la ley natural moral. Esta vinculación consiste en una realidad objetiva interior que

influye sobre nuestra voluntad, sin violentarla, imponiéndose a ella como la expresión de un imperativo categórico.

Ahora bien, si la voluntad humana se sustrae al dictamen de la conciencia, se provoca en nosotros una perturbación del orden de la razón y una violación del derecho ajeno. El dictamen de la conciencia goza de autoridad verdadera, en cuanto que es la aplicación personal de la ley natural, la cual es la expresión del modelo universal e inmutable de naturaleza humana que se encuentra en la mente de su Hacedor.¹² A este paradigma original de naturaleza humana nos vamos conformando para alcanzar nuestra propia realización.

Sanción moral. (Cf. S. Tomás, *S. Theol.*, 1. 2. q. 87. a. 1-5). Al legislador sabio y prudente corresponde promover la observancia de la ley que él mismo promulga. Para ello, él asigna un mérito al cumplimiento de la ley o un demérito a su violación.

Si no existiese una sanción, daría lo mismo cumplir la ley o violarla y no habría diferencia entre el bien y el mal. El deber cumplido por el hombre debe ser evaluado por el autor de la ley natural. Al sintonizarnos con el deber moral, nos sintonizamos con el plan del autor de nuestra naturaleza, para que sigamos ajustándonos y reajustándonos al modelo original de ser humano para alcanzar nuestra realización.

En el instante de la muerte corporal, el juicio final consistirá en una comparación de nuestro perfil personal definitivo (adquirido a través de errores corregidos) con aquel perfil original de naturaleza humana, que se encuentra en la mente del Hacedor.

Epílogo

Este ensayo acerca de la teoría clásica de la Ley Natural Moral quiere ser un instrumento útil para nuestras reflexiones acerca de la "Declaración Universal de los Derechos Humanos". En efecto, el documento proclamado por la Organización de las Naciones Unidas en 1948 es noble y valiente, sin embargo, podrá tener una eficacia garantizada, solamente si todo promotor de los derechos humanos aprende a fundamentarlos sobre universalidad de la naturaleza humana.

Para ello, preferimos la teoría clásica de la ley natural moral, ya que se fundamenta sobre una antropología sólida y global que concibe al hombre como persona, con los derechos de la vida corporal, espiritual y social que todos participamos de la naturaleza del Hacedor, quien es el Principio único y unificador de la universalidad de la naturaleza humana, en la cual se encuentra el fundamento de la igualdad de todos los humanos, en la diversidad personal de cada individuo. La ley universal inscrita en nuestra naturaleza es la verdadera garantía ofrecida a cada uno para poder vivir libre y respetado en su dignidad.

Bibliografía

- Aristóteles. (1981). *Ética Nicomaquea*. México: Porrúa.
- Gallegos Rocafull, J. M. (1963). *La Filosofía en México en los siglos XVI y XVII*. México: UNAM.
- Maritain, J. (1947). *La persona y el bien común*, Buenos Aires: Desclée de Brouwer.
- Maritain, J. (1942). *Los Derechos del Hombre y la Ley Natural*, Buenos Aires: Desclée de Brouwer.
- Maritain, J. (1940). *De la Justicia Política*, Buenos Aires: Desclée de Brouwer.
- Santo Tomás de Aquino. (1963). *Suma teológica y Suma contra Gentiles*, Madrid: BAC.
- Verneux, R. (1963). *Filosofía del Hombre*. Barcelona, España: Herder.

¹² Si el *sentido del deber* fuese solamente una forma subjetiva de nuestra razón humana (individual o colectiva), no podría tener el vigor obligatorio que experimentamos y se iría diversificando según las diversas veleidades de los individuos y perdería las características de la universalidad y de la inmutabilidad, que son esenciales para la comunicación humana.

Aspectos a considerar en la redacción de un ensayo con base en una obra literaria en una clase de los niveles intermedio-superior y avanzado en lengua extranjera¹

Francisco Roberto Rojas Caldelas y Vida Valero Borrás
Departamento de Humanidades,
Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
E-mail: frisssco@yahoo.com

[Recibido: Junio 27, 2007. Aceptado: Enero 17, 2008](#)

RESUMEN

La asignación de redactar ensayos sobre una obra literaria ha sido una praxis cotidiana en las clases de lenguas extranjeras. Esta labor se lleva a cabo cuando el alumno tiene un cierto dominio de la lengua meta y se asume que es capaz de escribir prosa de cierta extensión. Por medio del contacto con el texto literario el alumno interpreta la visión del autor, los rasgos inherentes de la cultura descrita, así como la temporalidad, continuidad y universalidad de los personajes y eventos descritos en ella.

En el presente documento se identifican e ilustran las características formales y conceptuales del ensayo desde la lógica académica literaria. Asimismo, se reflexiona acerca de la importancia de la lectura literaria. Se enmarca el entorno didáctico y sus momentos más importantes para redactar un ensayo literario en lengua extranjera sobre bases crítico-literarias propuestas por Roland Barthes y bases filosófico-literarias de la interpretación de Hans Georg Gadamer. Y por último, se contextualizan las limitaciones y los alcances de la propuesta, así como el papel del maestro en la misma.

Palabras Clave: ensayo, lenguas extranjeras, escritura.

ABSTRACT

Writing essays based on literary works have been common practice in foreign language teaching. It is assumed that literary essays are written when a student has accomplished a satisfactory dominion of language proficiency. By means of reading literary works, students interpret a wide range of artistic, literary, intellectual, and cultural aspects depicted by a particular author. This article identifies and illustrates formal and conceptual

¹ Una versión preliminar de este trabajo se publicó en: Rojas, F. R. y Valero, V. (2006). Aspectos en la redacción de un ensayo con base en una obra literaria. Clase de niveles intermedio-superior y avanzado en lengua extranjera. *Reencuentro*, México: UAM-X, no. 47, pp. 102-107. [En línea] Disponible: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=34004712>.

variables present in an essay derived from scholastic literary teaching. It reflects about the significance of literary reading. With the intention of writing a literary essay three different didactic moments are proposed, founded on the literary critical ideas of Roland Barthes and the philosophical literary theory of interpretation of Hanz Georg Gadamer.

Key Words: essay, foreign language, writing.

El ensayo, el género académico por antonomasia

El ensayo es un género poco entendido y sumamente practicado, aunque no siempre logrado en cuanto a su claridad y en lo que trata de mostrar, debido a la heterogeneidad de aspectos que en él confluyen. Cada autor enaltece los aspectos que considera primordiales. Examinemos algunos:

Desde un horizonte trivial, Sainz De Robles [1:367] en su ensayo de un diccionario de literatura define al ensayo como: "Escrito, generalmente breve, en el que se expone analiza y comenta un tema sin la extensión ni profundidad que exigen el tratado o el manual." Esta definición simplista nos remite a una determinada visión de la extensión, del contenido y su estructura.

Desde una perspectiva humanista, Juan José Arreola, en su prólogo a los Ensayos escogidos de Montaigne, [2] resalta esta cita del autor galo: "Si mi alma pudiera tomar forma y pie, yo me decidiría en vez de ensayarme. Pero siempre está en prueba y aprendizaje. (Ensayos, III, ii)". A pesar de que algunos autores han interpretado el término "ensayo" como un simple intento o una tentativa, para un cierto número de investigadores el sentido prístino del vocablo es el de examinarse y al mismo tiempo aprender de la vida y de sí mismo en una reflexión escrita.

Desde el plano de la libertad de expresión, ideológica y formal, para el investigador, historiador, ensayista y escritor, José Luis Martínez [3:9] "La expresión más concisa y exacta que corre a propósito del ensayo es literatura de ideas como la llamó Xavier Villaurrutia." Por su parte Alfonso Reyes (1944), en la obra El Deslinde, Prolegómenos a la teoría literaria, [4] sugiere que el ensayo es un modo de expresarse en el que confluyen la presencia de la literatura y otras áreas del pensamiento escrito como lo son la historia, la filosofía y la ciencia.

Desde la perspectiva didáctica, en la lengua inglesa, conforme con Fairbairn y Winch [5:40] "[...] la palabra ensayo (essay) abarca una amplia serie de tareas de producción escrita que van desde la redacción de un escrito simple como un reporte de proyecto hasta un documento de mayor extensión como sería una tesis, [...] en un sentido genérico se podría entender como cualquier prosa escrita por los estudiantes como parte de sus cursos."

En nuestra opinión son indudables las bondades que este género confiere al ambiente académico, científico y artístico. Esta literatura de ideas expresadas en prosa inviste una extensión flexible discursiva, es un umbral que nos conduce al examen de temas académicos y de la vida misma que nos interesan, es el velo del aprendizaje que descubre caminos para experimentar nuevos puntos de vista y, finalmente, es el oasis donde abrevan su sed otras áreas de conocimiento acogidas en igualdad de circunstancias.

Ahora bien, si la labor de un profesor universitario es conducir al alumno a los ámbitos de la indagación y la exploración del conocimiento, un género que fomenta la creación, la exploración, la experimentación y la crítica de las ideas, es digno de su difusión. En consecuencia, la enseñanza y la práctica en la construcción del ensayo artístico y/o científico debería ser un lugar común de encuentro con los pares, practicado a todo lo largo del currículo en las instituciones de educación superior, especialmente.

¿Por qué leer literatura?

En esta época en que la tecnología —televisión, computadoras, teléfonos celulares— tiene un lugar preponderante en la visión y estructura mental de los jóvenes, debemos rescatar la sensación de tener un libro de cuentos o de novela en las manos, de recuperar la capacidad de imaginarse lo que dicen las palabras de ese texto (y no que te las ofrezcan en documentos visuales digeridos), de interesarse en el autor, en la época y la historia de nuestro mundo, y ¿cómo podemos llegar a esto? La respuesta está en la literatura.

La lingüística aplicada parece enfocar su mirada actual hacia la utilización de la literatura como una modalidad de enseñanza integral. Hoy en día, la palabra “interculturalidad” se hace presente en programas de estudio, en libros de texto, en foros de divulgación, llenando el hueco provocado por la aplicación del enfoque comunicativo desde una perspectiva funcional que se ocupó solamente por el desarrollo del lenguaje. Así, el alumno aprendía una lengua en un vacío cultural, sin contextualizar al sujeto en una dimensión más amplia.

No obstante, en la opinión de múltiples investigadores, en la literatura se materializan y se fijan la historia, la sociedad, las relaciones intersubjetivas de los hablantes, los actos comunicativos en una progresión de eventos e intencionalidades más cercanos a la realidad, no de situaciones comunicativas idealizadas con fines pedagógicos. Para Gadamer [6:212-13] “los textos literarios son aquellos textos que deben ser leídos en voz alta [...] que viven en la memoria [...] como si estuvieran escritos en el alma.” Conforme al mismo autor, en la literatura se integran y se consagran normas, estructuras, y estilos —sin ser un “puro estilismo”—, que la constituyen como una obra de arte, que surge del mismo ser. Como el filósofo germano apunta, pensemos en “un poema bien logrado que sorprende y supera al mismo poeta.” [6]

En la lectura literaria se puede estar en contacto con un continuo de los estados sublimes del ser humano, sus horrores, sus obsesiones, sus sueños, sus fantasías, sus amores, sus desamores y sus esperanzas. Mediante este acercamiento se espera que los alumnos se contagien y aprendan, disfruten y analicen lo que los autores literarios exponen y, al mismo tiempo, se hagan partícipes, en una forma compartida de diálogo entre autor y lector, para que, posteriormente, ellos ofrezcan su punto de vista acerca del tema, anécdota y argumento de la obra.

Una reflexión acerca de los tipos de texto

La proposición de realizar un ensayo respecto a una obra literaria en el mundo del alumno invita al docente-investigador a la búsqueda de información acerca de los géneros literarios que el alumno conoce, aunque sea de manera sucinta. ¿Qué sabe de ellos?, ¿cómo están compuestos?, ¿qué estructura textual tienen? Todo ello con el fin de construir, completar y enriquecer las categorías de análisis para la realización de un ensayo argumentativo con bases sólidas.

Con estas preguntas que anteceden a la lectura del texto elegido debe profundizarse sobre los conceptos del género literario y la macroestructura de éste que trabajaremos en la clase. Desde la perspectiva de los estudios del discurso, según Van Dijk [7:119], “la literatura no es un discurso estructuralmente homogéneo, es una familia de tipos de discurso [...] con estructuras textuales muy distintas cuya unidad es el resultado de funciones socioculturales.” A esta tipología de discursos se les designa como géneros literarios.

En este sentido, es indispensable tener un marco de referencia de los géneros literarios que conocen el alumno y los maestros (los de literatura y los que provienen de otros sectores):

La narrativa: los cuentos (“*tales*”), los cuentos breves (“*short stories*”) como son: La caída de la casa de Usher o los relatos de la ciencia ficción, y la novela corta o larga. Es conveniente aclarar que en español el género del cuento abarca las dos categorías de cuento mencionadas y en la literatura francesa se hace la diferencia entre “*nouvelle*” y “*roman*” para el género de novela en español.

La lírica: las canciones practicadas en el entorno escolar o que se escuchan y que plantean un acercamiento a la poesía. Los poemas, cima de la lírica, es un género poco practicado en el aula y que es poco estudiado por los alumnos y profesores de lenguas.

La indagación sobre estos géneros puede llevarse a cabo mediante preguntas simples como serían: ¿qué clase de obra es ésta?, ¿cuál es la historia típica en este género literario? y/o ¿cómo difiere de otros géneros? Las respuestas obtenidas funcionan como organizadores previos de la información que se intenta promover.

En un momento posterior, una vez analizada la estructura del género elegido se debe hacer conciente al alumno que, desde el punto de vista de la crítica literaria —y que además de analizar los géneros—, se trata de hablar sobre escritura y su producción, en el marco de un esquema clasificatorio; Paul Ricoeur ilustra este aspecto desde una perspectiva lingüística:

Los géneros literarios son mecanismos generativos para producir discurso [...] dependen de las leyes de composición [...] que proceden de la aplicación de formas dinámicas a grupos de oraciones [...] el lenguaje es sometido a las reglas de una especie de oficio artístico, que nos permite hablar de producción y de obras de arte [...] en la que el estilo es la configuración de un producto singular. [8:45]

Pese a que es bien sabido que los profesores no recomiendan que los alumnos copien largas partes de la obra en sus ensayos, es deseable promover que el alumno, de acuerdo con Booth, Colomb y Williams [9:93] “analice y en cierto modo reproduzca cómo el autor organiza sus argumentos” y que utilice las nuevas palabras que ha aprendido, tanto en la clase de manera oral como en su ensayo por escrito.

Es en esta ruta de aprendizaje que el alumno deberá encontrar su propio estilo al escribir con una redacción propia y singular, en la cual vierta sus reflexiones acerca de la obra, del argumento, de los personajes o del autor mismo.

La lectura literaria y la redacción de un ensayo

Hablar de lectura en la educación superior es observar una dimensión escindida en dos universos, el primero, dominado por una lectura utilitaria inculcada desde la educación primaria. En este horizonte la lectura opera como un mecanismo de estudio cuyo fin es pasar exámenes y sacar buenas calificaciones, privilegiando el contacto con el texto académico científico. Esta postura es inhumana, impersonal y el alumno no pasa de ser un procesador de información de los contenidos. Aún así existen problemas serios con respecto al desarrollo de esta habilidad, alejando al alumno de ser un lector estratégico eficiente y más aún, un lector humanista.

El segundo universo de lectura se crea cuando el alumno entra en contacto con la literatura. No obstante, en este universo se cae en una suerte de estereotipo, es decir, para algunos individuos se trata de una lectura de autores anacrónicos con textos sumamente largos, que deben leerse por obligación, y que conformarán una parte del trabajo académico que nunca les va a servir. En infinidad de hogares, cuando alguien lee literatura, tanto los padres como los amigos o hasta la novia comentan que el lector que se llena el cerebro de una serie de patrañas mejor se debería poner a trabajar.

Leer literatura en la educación superior es trabajar a contracorriente. Sin embargo, por el lado positivo siempre existen aquellos que han sido seducidos irremediamente por la obra de arte escrita. Por ejemplo, José Saramago [10] nos cuenta que en su casa

no tenían libros y se dirigía a casa de su primo más que a jugar el fútbol, a leer esos libros extraños en las gavetas de la casa de su tío y que lo llenaban de imágenes y emociones.

En la lógica de la lectura literaria como parte de la experiencia hermenéutica gadameriana: “La presencia de la obra de arte, nos dice algo por sí misma, el lenguaje nunca se agota en su contexto.” [11:192c] En esta actividad se expande la percepción: “Si el intérprete supera el elemento extraño de un texto [...] resolviendo la tensión entre el horizonte del texto y el horizonte del lector [...] lo he denominado fusión de horizontes. Los horizontes separados como puntos de vista se funden en uno.” [11:211-12] De esta forma, abrirse al horizonte, a la experiencia de la lectura nos hace más humanos porque aprendemos de otras experiencias vividas en la mente de los autores y de cierto modo las hacemos nuestras. En palabras de Sánchez [12:17] “Los seres y las cosas se vuelven reales hasta que el sujeto asume el reto de nombrarlas y al hacerlo se nombra a sí mismo.”

Este abordaje intelectual y/o académico es el punto de partida en un viaje literario. En este plano el asombro, el descubrimiento, el miedo, la tragedia, la lujuria etc. son componentes de la expresión humana en un contexto determinado, vincularlos con el proceso de la construcción de un ensayo determina diferentes modalidades de lectura. En primer lugar, difiere de una lectura académica debido a que la lectura del texto literario es un “*laissez aller*” pleno, es dejarse llevar con todos los sentidos y sentimientos abiertos en una primera lectura.

A continuación, en segundo término se inicia un proceso de lectura específica en la cual el alumno busca la reconstrucción de la trama que, conforme a Ricoeur, sirve para determinar cuál o cuáles son “los núcleos de la lógica de la acción que constituyen la continuidad estructural de la narrativa [...] con el objeto que se haga aparente la lógica narrativa [...] explicar una narración consiste en dominar esta estructura sinfónica de acciones segmentadas.” [8:97] Por ejemplo: el encuentro, la traición, el asesinato etc.

En una relectura posterior se va realizando un análisis detallado en el cual se buscan términos, expresiones o descripciones contextuales que revelen la connotación que matiza esos núcleos de la acción y que dejan entrever la intencionalidad del autor. Por ejemplo, en *Moby Dick*, Melville reflexiona sobre la lucha entre el ser humano y las fuerzas de la naturaleza; en *Tales of Two Cities*, Dickens realiza un análisis socio-histórico y enfrenta al lector al panorama de la lucha de clases y la opresión brutal en un Londres ya afectado por la pérdida de sus colonias y en el cual prevalecen el crimen y la injusticia; mientras que en París, la segunda ciudad, el escenario es de una violenta y brutal revolución que pone en caos la vida de los personajes principales.

Siguiendo este proceso, el alumno da fe de su capacidad de análisis de los puntos neurálgicos de la obra, como subraya Sánchez [12:11] “Citar es convocar, resucitar —por unos instantes— a un autor para que se transforme en un Virgilio durante ese flujo y reflujo del pensamiento.” Evoquemos entonces a Dickens en la citada obra:

It was the best of times, it was the worst of times, it was the age of wisdom, it was the age of foolishness, it was the epoch of belief, it was the epoch of incredulity, it was the season of Light, it was the season of Darkness, it was the spring of hope, it was the winter of despair, we had everything before us, we had nothing before us, we were all going direct to Heaven, we were all going direct the other way--in short, the period was so far like the present period, that some of its noisiest authorities insisted on its being received, for good or for evil, in the superlative degree of comparison only. [13:1]

Como salta a la luz de lo anteriormente dicho, para construir un ensayo se realizan varias lecturas y borradores que se trabajan a modo de taller en clase.

Momentos didácticos en la redacción de un ensayo literario

La propuesta pedagógica de la redacción de un ensayo se constituye como un intento de manejar la lengua meta de manera integral: es decir, mientras que en la casa se lee, se reflexiona y se toman notas, en el salón de clase se discuten los avances de los alumnos, se ofrece retroalimentación de dichos avances y se corrigen errores; de vuelta en casa se reescribe, se reflexiona, se reorganizan los argumentos y se presentan nuevamente los avances, hasta finalizar la tarea asignada, todo esto en lengua extranjera.

Ahora bien, si esta labor es llevada a cabo adecuadamente se puede volver un círculo virtuoso, en cuyo diámetro se practiquen las cuatro habilidades (leer, escribir, hablar y escuchar) sobre bases reales. Sin embargo, implica mayor cantidad de trabajo y organización del maestro. Ante todo es imperioso entender que la redacción de un ensayo acerca de una obra literaria es una labor a realizar durante un período considerable y no una tarea para el final del curso. Es necesario destinar cierto tiempo de clase para que la realización del documento tenga bases tanto conceptuales como metodológicas sólidas.

Primer momento: previo a la lectura

Además de las recomendaciones acerca de la importancia de reconocer los géneros literarios (véase pág. 94) previamente a la redacción de un ensayo, es importante asumir la labor como una actividad centrada en el alumno, es decir, se necesita considerar los intereses, intenciones, gustos, realidades, inquietudes y problemáticas de los estudiantes para que los alumnos como lectores dialoguen con el texto. Este rasgo implica un proceso no de imposición, sino de negociación, con el fin de hacer de lado cualquier actitud que pueda producir enfrentamiento y apatía. Es útil ofrecer algunas opciones de obras para leer y someter dichos textos a votación para que el grupo elija un libro.

La oferta de elección del texto es fundamental para Gadamer, quien a la letra dice: [11:100b] “[...] el esfuerzo empeñado en la comprensión sucede cuando alguien encuentra algo que le resulta extraño, provocador.” El mismo autor apunta [11:91a] en este sentido, “[...] la experiencia hermenéutica no consiste en algo que esté afuera y tienda a entrar. Más bien, somos capturados por algo y, justamente en virtud de lo que nos captura y posee, estamos abiertos a lo distinto, a lo verdadero.” Finalmente, subraya [11:101b] “[...] tal desconcierto es relativo y hace referencia a un saber y a una penetración más profunda de las cosas.”

Una vez elegida la obra es necesario situar al autor en su tiempo, sobre la base de una investigación previa llevada a cabo por los alumnos, o si se desea por medio de la presentación del maestro. En esta dinámica del aula, el maestro promueve, guía y enriquece, en colaboración con los alumnos, las opiniones emitidas por ellos en el entorno de una breve discusión histórico-biográfica del autor, en la que se contextualiza el texto en su momento histórico a lo largo de la línea del tiempo literaria.

Segundo momento: durante la lectura

La presente propuesta didáctica tiene como objetivo la práctica de la lecto-escritura como actividad inseparable dentro del ámbito académico. Así como el acto lingüístico implica el oír y el hablar, la lectura y la escritura van ineludiblemente juntas como un tandem.

Frank Smith [14:32-43] nos habla de tres momentos de la lectura, el primero es cuando se lee para informarse, el segundo tiene el fin de tomar notas y la producción de un escrito a manera de esbozo y un tercer momento que él denomina “leer como escritor” en el cual se lee con el objeto de reproducir una estructura retórica coherente que dé cuenta de un argumento.

La reproducción de este último momento de lectura nos llevará idealmente a la estructuración de la producción escrita. Sin embargo, esta situación nos lleva a cuestionarnos dos tipos de estructuración: en primer término, entender la estructura de la obra que se va a leer y, en segundo término, la del ensayo, que es la labor académica asignada, lo cual plantea una doble tarea para el maestro, quien es el gestor de las actividades a realizar tanto en la clase como en la casa.

Mediante la lectura y la relectura continuas el maestro se propone que los alumnos internalicen las estructuras innatas de cada género para que después, al menos, reproduzcan aquéllas del trabajo académico asignado: el ensayo.

También se intenta que el alumno experimente la expresión desde un punto de vista personal por medio de la paráfrasis; que realice una función informativa ya que llevó a cabo alguna investigación de hechos, datos, términos, etc.; que en su documento plasme emociones y recuerdos que le vienen a la mente al leer determinado texto; que argumente mediante la información presentada manifestando una coherencia orientada hacia un punto de vista: su hipótesis, adhesión o refutación. Finalmente, se intenta que el alumno sienta la libertad de exponer su versión sobre algo único de su individualidad.

Tercer momento: la producción del ensayo

Después de las relecturas y toma de notas acerca del tema que han escogido los alumnos, éstas se tienen que vincular con una metodología que los conduzca a la planeación, selección, integración, organización (estructuración y reestructuración), y producción de un documento escrito; condiciones que nos llevan a la retroalimentación y a una nueva reestructuración. Puntualicemos las descripciones de cada etapa.

Planeación: en este acto primordial de la producción de un ensayo se plantea generar la idea que va a estar presente en forma de hipótesis, en la cual el autor del ensayo va a exponer su punto de vista neurálgico (medular) acerca de la obra. Para este fin es importante plantearse algunas preguntas como:

- ¿Cómo reaccionaríamos ante la situación propuesta por el autor?
- ¿Cómo se siente tal o cual personaje?
- ¿Nos hemos sentido en tales circunstancias, cómo, cuándo, dónde, etc?
- ¿Quiénes podrán sentirse como los personajes?
- ¿Qué emociones sentimos durante la lectura?

Posteriormente, se hace un esquema de cómo se va a presentar ese punto de vista, qué se va a decir en la introducción, cómo se va a hacer la exposición general o desarrollo de ese punto neurálgico personal y, finalmente, cómo englobar la argumentación expuesta en las conclusiones.

Selección: elegir las partes del argumento que intentan probar las hipótesis, estas se ponderan y se hacen abstracciones de los conceptos más detallados, [15:239] se puede partir de una lista que va enriqueciéndose gradualmente y posteriormente se eliminan las ideas repetidas.

Estructuración desde el punto de vista del ensayo literario: En primer término, la introducción es una parte fundamental de todo trabajo ya que da informes previos y suficientes del contenido del texto, en esta sección se delimita la hipótesis.

En segunda instancia debe establecerse la exposición general o desarrollo, que es la parte sustancial del ensayo donde se expone, se demuestra y se sustenta la argumentación de la hipótesis. En este apartado se describe sucintamente la anécdota, es decir, cómo se entretajan una serie de eventos para producir el efecto literario de la creación de emociones en el lector.

A continuación se eligen partes del argumento, las cuales consisten en la descripción de aquellas secciones significativas que van a probar las hipótesis al hacer el ensayo. El alumno por medio de una descripción breve deberá exponer, de manera escrita, partes de la obra (citas) para que el lector de su ensayo asocie los diferentes componentes humanos y situacionales expuestos en su análisis crítico, que en su interpretación considera relevantes.

El pensador y crítico literario Roland Barthes nos ofrece pautas para analizar un relato literario desde la perspectiva mínima de una acción en una obra, hasta su totalidad. En su obra *S/Z* analiza la obra de Balzac *Sarracine*; en primera instancia, presenta primero la estructura superficial del texto que nos muestra el código lingüístico, palabras, y frases del mismo.

“Sarracine quería lanzarse a la escena y apoderarse de aquella mujer: su fuerza centuplicada por una depresión moral imposible de explicar, puesto que estos fenómenos ocurren en una esfera inaccesible a la observación humana, tendía a proyectarse con una dolorosa violencia.” [16:97]

A continuación, Barthes nos muestra su análisis de la estructura profunda del mismo segmento, lo que subyace detrás de las palabras, lo que el autor quiere decir: la intencionalidad. “La tensión es alucinatoria, coincide con un desmoronamiento de la causa moral. El elemento de violencia, de agresividad, de rabia, presente en este primer deseo deberá ser borrado cuando se trate de repetirlo voluntariamente: un ceremonial se ocupará de hacerlo.” [16]

Lo ideal sería que nuestros alumnos lograsen llegar a este nivel, obviamente esto no es posible, sin embargo, sí podríamos aspirar a que ellos describieran el tema, la anécdota y el argumento siguiendo una perspectiva pedagógica mediante la resolución de algunas preguntas:

- ¿El principio del texto nos conduce a preguntas posteriores? De ser así, el autor del ensayo deberá introducirse en las predicciones que haga acerca de la obra.
- ¿Cuál es el tema?: infidelidad, incesto, asesinato, pobreza, escritura, etc.
- Por ejemplo, en “El amante de Lady Chatterley”: el tema es la infidelidad.
- ¿Cuál es la anécdota?: La anécdota es cómo expone D. H. Lawrence el tema. La anécdota es el voyerismo de Lord Chatterley que propicia las aventuras de su esposa con el jardinero.
- ¿Cuál es el argumento?: Es el tratamiento que el autor da al tema y a la anécdota por medio de personajes, situaciones, lugares, clima y época. En esta misma obra, se construye un triángulo amoroso con los siguientes personajes: marido, esposa y amante; las situaciones son: la invalidez del marido y su apertura hacia los encuentros sexuales de su mujer, los lugares son: los jardines y el invernadero. Con respecto al clima el autor nos muestra una Gran Bretaña benigna, con clima cálido y la continuidad del día como una atmósfera abierta a la luz de una nueva moral sexual.

Por último, en las conclusiones se recapitula acerca de las reflexiones que se han llevado a cabo en la argumentación de la hipótesis, que llevan al autor del ensayo a darle significación a su punto de vista personal expuesto.

Retroalimentación y reestructuración: durante el proceso de la construcción del ensayo en clase, como en las sesiones individuales con los estudiantes, se vigila el avance, la reorganización del documento, la reescritura de ciertas partes esbozadas o mal desarrolladas y/o las ausencias esenciales en el documento. Por lo cual reescribir, varias veces, partes de un ensayo es un aspecto fundamental en la organización mental del autor para la producción escrita.

Según Fairbairn y Winch:

La reescritura es una de las habilidades más importantes que un autor puede adquirir, de hecho se parte que el escribir envuelve un proceso físico y mental superior que el hablar [...] en cada etapa se debe releer y observar que el tratamiento escrito del tema sea adecuado y verificar la presencia de errores [...]. Se debe evitar tener un exceso de apego hacia las palabras que se han escrito. Sólo por el hecho de que han surgido de nuestra mente, no las hacen de algún modo sagradas. [...] No tener miedo de quitar palabras, frases, párrafos o hasta secciones enteras de texto aunque pudieran sonar interesantes. [...] El proceso de escribir necesariamente implica no casarse con ideas y componerlas ya sean marginales o equivocadas [...] Es necesario verificar que las palabras y la organización del documento empleados transmitan el significado. [5:61-65]

El papel del maestro

En un estudio realizado por Jack C. Richards en la universidad de Hong Kong se ofrece información sobre tres tipos de maestros que participan en clases en la enseñanza de una lengua extranjera por medio de la literatura. [17]

En primer lugar, el maestro que tiene estudios literarios y experiencia tanto en la enseñanza de la literatura como en la enseñanza de una lengua extranjera.

En segundo término, el maestro con estudios literarios pero sin experiencia en la enseñanza de la literatura y con experiencia en la enseñanza de una lengua extranjera.

Y por último, aquél que sólo tiene experiencia en la enseñanza de la lengua y no tiene preparación en la literatura ni conocimiento de obras literarias.

La mayoría de los maestros, en el caso mexicano, se encuentra en esta última categoría.

En la investigación realizada por Richards, se presenta la tabla 1 que describe las creencias de los maestros acerca del papel de la literatura y el plan de ejecución para la utilización de textos literarios en clase.

En este estudio se hacen evidentes dos problemáticas, fundamentalmente:

- Los docentes, al desconocer los contenidos a profundidad, hacen difícil la transmisión de éstos de manera comprensible para los alumnos.
- Los docentes, al no tener acceso a diferentes estrategias de enseñanza para este tipo de contenidos, pueden hacer de la literatura un factor que desmotive en la enseñanza. [17:99-100]

Para tener éxito en una clase del tipo que se propone es necesario que el docente supere el nivel de supervisor de las normas lingüísticas. Fairbairn y Winch critican a ese tipo de supervisor ya que [5:108-9] sólo se enfoca en vigilar celosamente las características formales de la lengua: morfología, dirigida a corregir la ortografía; sintaxis, enfocada a señalar las concordancias estructurales y aspectos gramaticales como la concordancia entre plurales y singulares, así como las concordancias entre los tiempos verbales y los sujetos de los enunciados con el fin de que el documento esté escrito en un inglés aceptable.

Es decir, es necesario que el maestro negocie y luego investigue sobre al autor cuya obra se va analizar y además lea otras obras del mismo autor y aquellas que correspondan al mismo género. Por otro lado, tendrá a su cargo la dirección y guía de la investigación con la intención de que los alumnos realicen la búsqueda del encuadre histórico-cultural y así, en colaboración con los estudiantes, construyan una visión general del autor, de la obra y de la época.

Tabla 1. Creencias acerca del rol de la literatura y planeación y estrategias para el uso de textos literarios. [17:99]

PROFESORES		
CON ESTUDIOS LITERARIOS Y CON EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA LITERATURA.	CON ESTUDIOS LITERARIOS Y SIN EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA LITERATURA.	SIN ESTUDIOS LITERARIOS Y SIN EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA LITERATURA.
CREENCIAS ACERCA DEL ROL DE LA LITERATURA		
Entusiastas.	Entusiastas.	Dudosos o cuestionan el valor de la literatura.
Leen regularmente.	Leen regularmente.	No leen regularmente, o casi no leen.
A favor de una enseñanza de la literatura en una LE*.	Incertidumbre acerca de la enseñanza de la literatura en una LE*.	
Favorecen el uso de textos auténticos.	Dudosos acerca del uso de textos auténticos.	
Favorecen la integración de la literatura dentro del currículo.	Favorecen la integración de la literatura dentro del currículo.	No favorecen la integración de la literatura dentro del currículo.
PLANEACIÓN Y ESTRATEGIAS PARA EL USO DE TEXTOS LITERARIOS		
Anticipan maneras para resolver las dificultades.	Anticipan maneras para resolver las dificultades.	Preocupados acerca de las dificultades posibles.
Poseen variedad de posibilidades de enseñanza.	Poseen variedad de posibilidades de enseñanza.	Los textos se usan sólo para la comprensión de la lectura.
Enfoque a los aspectos literarios del texto.	Observan algunos aspectos literarios del texto.	No hay un enfoque a los aspectos literarios del texto.
Existe una variedad de estrategias para explorar el significado del texto.	Consideran algunas estrategias para explorar el significado del texto.	Se usan preguntas para verificar la comprensión del texto.
La institución no contempla los aspectos literarios para la evaluación.	La institución no contempla los aspectos literarios para la evaluación.	

*LE = Lengua Extranjera

El maestro deberá reflexionar antes que nada que su labor como facilitador es fundamental y que de él dependerá el gusto que el alumno desarrolle por la literatura. También debe inculcarles que el estudio y la reflexión literaria es una labor seria. El profesor tiene que ser paciente, deberá ponderar y entender que la redacción de un ensayo literario, por corto que sea, es una tarea a realizar durante un largo período. Es un trabajo de construcción paulatino en el que el alumno experimenta la creación de argumentos y, en cooperación con el maestro, el trabajo se orienta y se retroalimenta con las opiniones de los otros alumnos, así como los argumentos expresados a favor y/o en contra son igualmente respetados. Comprender que en este entorno el alumno lucha por adquirir una habilidad bastante compleja, y hasta cierto punto extraña, es fundamental.

El maestro debe, asimismo, entender y subrayar que la producción de un ensayo literario es un producto que se construye paso a paso, y no siguiendo un modelo rígido.

El análisis puede empezar desde diversos puntos, en esta libertad el estudiante encontrará inicios inciertos, callejones sin salida de sus argumentos, que serán discutidos y ponderados en sesiones de evaluación programadas.

Discusión

El maestro debe estar conciente de algunas limitantes que pueden constreñir el éxito de la creación de un ensayo de crítica literaria. Por ejemplo, una respuesta común ante un texto extraño, radical o extremo es la suspensión o el alejamiento de la lectura, o estereotipar el texto y abandonarlo. Como menciona Gadamer [11:201c] “el que indaga en un texto lo que hay propiamente en él [...] podrá tener una respuesta no exenta de prejuicios o parcialidad.” Abrirse a la experiencia de la lectura literaria puede convertirse en tragedia y abandono de la literatura cuando algo que no encaja en nuestros esquemas determina nuestra precomprensión del texto. Es importante advertir al alumno de la presencia de estas situaciones y ayudarlo a esforzarse y a tomarlo como una experiencia valiosa en la que se aprende del ser humano, de la vida.

Otra eventualidad es pretender que el alumno describa, analice y comente por completo una obra; lo que se espera de él es una interpretación diferente y valiosa de carácter aproximativo y no profesional, sin embargo, requiere de un profundo trabajo de reflexión. Al respecto Humberto Eco apunta: “Todo texto es una máquina perezosa que le pide al lector que haga parte de su trabajo. Pobre del texto si dijera todo lo que su destinatario debería entender, no acabaría nunca.” (Eco, citado en Maqueo [15:207])

Por otro lado, desde el punto de vista positivo el maestro debe hacer conciente a los alumnos que el enfrentarse a una obra literaria es como entrar a un lugar secreto donde las puertas se nos abren y las ventanas nos permiten observar la vida de otros. Un valor intrínseco que nos ofrece la lectura de una obra literaria y la redacción de un ensayo es que ambas ayudan al estudiante a la construcción de un sentido desde una perspectiva socio-histórica-cultural. La distancia temporal entre el lector y el texto permite al alumno atisbar el proceso de asignar sentido a sucesos que han tenido lugar en el entramado de mundos y realidades presentados y construidos dentro de la historia del hombre. Gadamer ilustra este rasgo de distancia “lo propio de la experiencia histórica es que nos encontramos en un proceso sin saber cómo, sólo en la reflexión nos percatamos de lo que ha sucedido. En este sentido la historia debe escribirse de nuevo desde cada presente.” [11:192 c]

Una situación inquietante, expresada por Gadamer hace cuatro décadas, nos habla del deterioro del lenguaje: “Cuando oímos hablar a parejas modernas, nos preguntamos si lo que dicen son palabras [...] o señales publicitarias tomadas del lenguaje cifrado del mundo industrial moderno [...] las formas de vida de la era industrial influyen inevitablemente en el lenguaje y, de hecho, el empobrecimiento del lenguaje avanza a pasos agigantados.” [11:97 a] Nada es más cierto, basta con escuchar en diversos entornos y en todas las clases sociales las muletillas en boga tomadas de palabras que antes eran altisonantes; casos del “güeyismo”, del “pedismo” y del “no mames”.

Esta condición parece ahora perturbadora y agravada, ya que los referentes de los alumnos provienen de los medios, televisión y radio principalmente, los cuales fungen como sus tutores lingüísticos e ideológicos. Lamentablemente los locutores de noticias se han convertido “según ellos” en “politólogos” y “líderes de opinión” sin tener perfiles políticos, sociológicos, filosóficos, históricos o económicos de formación académica. Nuestros alumnos, público cautivo, creen en lo que les dicen, pues desafortunadamente no leen periódicos o revistas especializadas, lo cual les daría una visión más amplia de los fenómenos sociales que los ocupan y preocupan.

En consecuencia, se espera que el alumno, al reflexionar cuando lee y escribe, al estar en contacto con otros registros del discurso en las voces del narrador y de los

personajes del texto, y al actuar en un libre intercambio de ideas en el ambiente académico de diálogo, también aprenda, expanda y cuestione su propio vocabulario y sintaxis e igualmente su forma de pensar y de redactar. Tenemos que partir de la premisa de que construir una argumentación, como apuntan Booth *et al.* [9:290] es una labor “altamente reflexiva y que impulsa el pensamiento [...] es desde el inicio un hacer que induce el descubrimiento y el pensamiento crítico [...] pese a que está constreñida en un estilo: quien escribe puede ser, de hecho, creativo.”

Referencias

- [1] Sainz De Robles, F. C. (1954). *Ensayo de un diccionario de la literatura. Vol. I.* Madrid: Aguilar, pp. 1-1261.
- [2] Mointaigne, M. D. (1959). *Ensayos escogidos.* México: UNAM. Colección nuestros clásicos.
- [3] Martínez, J. L. (1958). *El ensayo mexicano moderno.* Tomo I. México: Fondo de cultura económica, 1971.
- [4] Reyes, A. (1944). *El Deslinde, Prolegómenos a la teoría literaria.* México: El Colegio de México.
- [5] Fairbairn, J. G. y Winch, C. (1991). *Reading, writing and reasoning.* Buckinham, Philadelphia, EE.UU: Open University Press.
- [6] Gadamer, H. G. (1966 a). *Verdad y método.* Vol. II. La universalidad del problema hermenéutico, pp. 213-224, Salamanca, España: Sígueme, citado en Gadamer, H. G. (1997) *Antología.* Salamanca: Sígueme, pp. 85-98.
- [7] VanDijk, T. (1978). *Estructuras y funciones del discurso,* México: Siglo XXI.
- [8] Ricoeur, P (1976). *Teoría de la interpretación. Discurso y excedente de sentido,* México: Siglo XXI.
- [9] Booth, W., Colomb, G., y Williams, J. (1995). *The Craft of Research,* Chicago, EE.UU: The University of Chicago Press.
- [10] Saramago, J. (1997). Conferencia magistral impartida en la facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.
- [11] Gadamer, H. G. (1997). *Antología,* Salamanca, España: Sígueme.
- [12] Sánchez A. M. C. (2001). *La mirada del centauro. Los mejores ensayos de ensayo,* México: Verdehalago.
- [13] Dickens, C. (1977). *Tales of two cities. Vol. 1.* EE.UU: Penguin,.
- [14] Smith F. (1983). *Comprensión de Lectura. Análisis psicolingüístico de la lectura y su aprendizaje,* México: Trillas.
- [15] Maqueo, M. A. (2006). *Lengua, aprendizaje y enseñanza. El enfoque comunicativo: de la teoría a la práctica,* México: Coedición UNAM/Limusa, Noriega editores.
- [16] Barthes, R. (1970). *S/Z,* México: Siglo XXI.
- [17] Richards, J. C. (1998). *Beyond Training,* London, Cambridge, Inglaterra: C.U.P.

Bibliografía

Gadamer, H.G. (1970 b). *Verdad y método*. Vol. II. Lenguaje y comprensión, Salamanca, España: Sígueme, pp. 181-194, citado en Gadamer H. G. (1997) *Antología*. Salamanca: Sígueme, pp. 99-116.

Gadamer, H.G. (1983 c). *Verdad y método*. Vol. II. Texto e interpretación. Salamanca, España: Sígueme, pp. 319-347, Citado en Gadamer H. G. (1997) *Antología*. Salamanca: Sígueme, pp. 189-222.

OECD FACTBOOK 2005 *Education – outcomes – international student assessment – Mean scores on the reading and science scales in PISA 2000 and PISA 2003*. ISBN 92-64-01869-7 – © 2005 OEC, París, Francia, [En línea]. Disponible en: <http://www.oecd.org/home/0,2605,fr_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html>, consulta: agosto 10 de 2006.

La historia: una experiencia de conocimiento sensible

Ana María Salgado
Coordinadora del Departamento de Extensión Cultural y
Educativa del Museo Jesuítico Nacional de Jesús María,
Facultad de Derecho y Ciencias Sociales,
Universidad Nacional de Córdoba,
Córdoba, Argentina
E-mail: shulkana_cba@hotmail.com

[Recibido: Julio 1, 2007. Aceptado: Enero 17, 2008](#)

RESUMEN

La historia es la esencia de nuestro pasado. Sentirla viva a través del tiempo requiere de un cambio integral, tanto cultural como educativo. El Museo Jesuítico Nacional de Jesús María, en Córdoba, Argentina, dio el primer paso: la creación de un museo sensitivo, ubicado en la Posta de Sinsacate, hoy museo rural, es un desafío que contempla una forma diferente de aprender a través de los sentidos, sin dejar de lado un aspecto fundamental: el acceso a la cultura para el discapacitado.

Tanto las escuelas como los espacios que guardan nuestro patrimonio histórico, deberán plantearse qué responsabilidad les compete como formadores de nuestra historia, y de que manera deberán llegar a la comunidad en general, planteando una tarea conjunta de recuperación de nuestros valores, afirmando así nuestras raíces identitarias.

Palabras clave: patrimonio histórico y cultural, identidad, educación, sentidos, discapacidad.

ABSTRACT

History is the essence of our past. Feeling it alive through time requires an integral change, both cultural and educational. The National Jesuitical Museum of Jesus Maria, in Cordoba, Argentina, made a first step: creating a sensitive museum located at Posta de Sinsacate, currently a rural museum is a challenge that contemplates a different way of learning through the senses without setting aside a major aspect: access to culture for persons living with disabilities.

Both schools and spaces keeping our historical patrimony should wonder which is their responsibility as formers of our history and how should they reach the community, setting a shared task to recuperate our values, thus reinforcing our identity roots.

Key words: historical and cultural patrimony, identity, education, senses, disability.

INTRODUCCIÓN

¿Qué es patrimonio? Es el emblema palpable de la historia de los pueblos, testigo omnisciente de culturas que forjaron a la humanidad, fiel exponente del paso del hombre a través del tiempo. Todo lo que el pasado nos legó, determina nuestro presente y es menester mantenerlo vivo, para las generaciones futuras.

Su protección se encuadra dentro del marco legal que refleja el interés de los estados en el tema, insertándose en un contexto de convenciones y acuerdos internacionales, los cuales promueven a un compromiso por parte de la comunidad, mediante la concientización en lo que respecta a las medidas tendientes a preservar cada sitio, elemento o actividad cultural por medio de un proceso de identificación histórica.

Todo compromiso que el estado se proponga mantener, debe ser avalado y fundamentado por un conocimiento básico sobre el tema, por parte de la comunidad en general.

Ahora... ¿Cómo concretamos esa concientización? ¿Qué pasa con el común de la gente que no se siente afectada por la destrucción de nuestro patrimonio histórico, y que sólo lo considera importante desde el punto de vista recreativo y turístico?

El cambio debe ser integral y abarcativo hacia todos los ámbitos sociales, confirmándose desde el mismo punto de partida de la formación del individuo, tanto cultural como educativo.

Es lo que yo denomino “educar desde las bases”. Un primer paso hacia la formación de una persona que posea los valores necesarios que afirmen su identidad, a través de actitudes que sustenten sus raíces identitarias, manteniendo, conservando y, por sobre todas las cosas, respetando lo que el pasado nos ha legado: nuestro Patrimonio Histórico.

IDENTIDAD INDIVIDUAL E IDENTIDAD SOCIAL

La identidad individual es lo que nos hace únicos, nos distingue, nos diferencia.

Desde el primer paso transitamos insertos en un medio social, nos vinculamos, nos identificamos, adquirimos costumbres e ideas. Pero a medida que vamos desarrollándonos, buscamos nuestra propia forma de expresión, de comunicarnos, partiendo desde la base de nuestra raíz, de nuestra procedencia, que indefectiblemente es la familia, el eje de nuestra identidad.

Posteriormente, las instituciones educativas tendrán la dura responsabilidad de mantener y fundamentar los valores adquiridos, afianzando nuestra identidad, valorando lo que somos, conociendo de donde vinimos, afirmando nuestras raíces identitarias, para que no se pierdan entre la superficialidad y la inmediatez del entorno social en el cual esos valores están insertos.

“La definición de la identidad es muy importante, tanto a nivel individual como social ya que es la que permite el autorreconocimiento, lo que facilita la construcción de certezas acerca de uno mismo, como persona y como ser social, y es la que sostiene el indispensable sentido de pertenencia.” [1]

Nuestra identidad va de la mano de la memoria cultural y, el emblema más significativo de nuestro pasado es nuestro Patrimonio histórico y cultural, el cual debe formar parte de nuestra formación tanto intelectual como social.

La UNESCO, en la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, celebrada en París, en 1972, estipuló, dentro de lo que se denominó “PROGRAMAS EDUCATIVOS” en el artículo 27, lo siguiente:

“Los Estados parte de la presente Convención, por todos los medios apropiados y, sobretodo, en programas de educación y formación, harán todo lo posible por reestimar en sus pueblos, el respeto y el aprecio por el Patrimonio Cultural y Natural...”

Asimismo, la identidad cultural es lo que nos define como comunidad, con características tanto materiales como espirituales, conformando la esencia y el alma de un pueblo.

La herencia que nos lega el pasado, conforma el presente y se transmite al futuro. Eso es el patrimonio y, como tal, sus valores son innegables y deben estar presentes dentro de las metodologías de aprendizaje de formación intelectual de las instituciones educativas, en amplia relación con las entidades históricas, promoviendo también una participación plena de toda la comunidad.

PATRIMONIO Y EDUCACIÓN: UNA PUERTA ABIERTA A LA EXPRESIÓN

En mi carácter de docente y coordinadora del departamento de extensión educativa y cultural del Museo Jesuítico Nacional de Jesús María, en la provincia de Córdoba, Argentina, declarado patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO, en el año 2000, he fundamentado mi propuesta a través de proyectos realizados, tanto en el museo como en las escuelas, promoviendo al desarrollo de una concientización por parte del alumno, aprendiendo a conocer nuestra historia... más allá de los objetos.

En este caso, el punto de referencia histórica fue la compañía de Jesús, su llegada a América, la formación de las estancias como punto de sustento de la educación en Córdoba, entre otros temas de igual interés, tales como la relación entre los aborígenes y los jesuitas, y la pedagogía ignaciana.

Estos temas fueron aplicados mediante tareas conjuntas MUSEO-ESCUELAS, con material bibliográfico elaborado en el departamento educativo, junto con fichas educativas, culminando con la realización de un evento en donde el joven y el niño pudieron manifestar lo aprendido a través de diferentes expresiones artísticas que abarcaron desde la plástica hasta el diseño gráfico.

Así fue como, desde el jardín de infantes, con proyectos que recorrían la leyenda y el juego, hasta los adolescentes, con trabajos que incluían la investigación, el teatro, la música la literatura y el diseño, tanto los docentes como los alumnos, encontraron las herramientas suficientes para desarrollar, por sí mismos, una forma diferente de razonamiento y discernimiento en lo que se refiere a conocer nuestra historia, sintiéndose protagonistas y no meros espectadores.

Tomando este emprendimiento educativo desde un museo, como antecedente, llegamos a la conclusión de que las instituciones educativas forman al individuo, asumiendo la responsabilidad que implica que él mismo aprenda a generar sus propios recursos para un desarrollo pleno dentro de la sociedad creciendo intelectualmente, con un pensamiento propio y con expectativas que superen, muchas veces, el medio en el que está inserto. Ello, a diferencia del rol que en la actualidad cumplen los museos, debe ser el punto de referencia en el cual el niño y el joven sustenten estos valores históricos conociendo de dónde viene, a dónde pertenece, revalorizando su esencia identitaria y generando el respeto que siempre deben tener hacia la tierra que los vio nacer, devolviendo en frutos hacia el futuro, lo que descansa en las raíces del pasado...

“La institución escolar debe replantear su rol en los procesos de patrimonialización, sobretudo en el actual contexto de discusión sobre la ley nacional de educación, la forma que se construye y comunica el patrimonio cultural en las escuelas (y en los museos y medios masivos) debe tener en cuenta su dimensión social y cotidiana, como así también su vinculación con la memoria activa”... [2]

A lo largo de nuestro desarrollo aprendemos solo el 10% de lo que leemos, el 15% de lo que oímos y el 80% de lo que experimentamos. Interesante ¿no?

CREACIÓN DEL PRIMER MUSEO SENSITIVO

Este proyecto fue presentado a las autoridades del museo jesuítico nacional de Jesús María, junto con las autoridades de la Secretaría de Cultura de la Argentina, lo cual, luego de su aprobación, significó un desafío, tanto para mí como responsable del proyecto, como para todos los que están trabajando en ello.

El objetivo primigenio es crear un espacio que permita que el visitante pueda estar dentro de la historia, sentirla, aprehenderla y conservarla, generando así una comunidad comprometida con su historia, con el pasado que nos identifica, que nos imprime la marca que llevaremos en la sangre y en el alma: nuestras identidad.

Este museo, ubicado en lo que antiguamente fue una de las postas mas importantes sobre el camino real, en la localidad de Sinsacate, en la provincia de Córdoba, estará conformado de manera que contemple todas las expectativas que sean necesarias para generar una relación pasado-presente entre el visitante y cada uno de los espacios que guardan parte de nuestro patrimonio histórico. ¿De qué manera? Por medio de los sentidos.

Esto nos lleva a buscar en quienes, generalmente, no poseen un espacio para el conocimiento y un acceso que les permita apreciar, aprender y valorar lo que por derecho también les pertenece, es decir, nuestro patrimonio histórico al alcance del discapacitado visual, del de pérdida auditiva, del niño con síndrome de Dawn, etc.

Aquellos que ven la vida y lo que les rodea, de una manera distinta y con la misma riqueza con que la vemos cualquiera de nosotros...

Ellos poseen la virtud de llevar a flor de piel todos los sentidos, y tomando esta cualidad, es que se ha creado este museo, aprendiendo de ellos.

El primer paso se dio con la creación de los paneles sensitivos ubicados en la sala de arqueología del museo, los mismos cuentan con figuras en relieve que muestran las culturas aborígenes del noroeste cordobés, llevando al discapacitado visual a poder apreciar a través del tacto, las diferentes ideologías de los dueños e esta tierra, junto con textos en lenguaje Braille (ver figuras 1, 2 y 3).



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Figuras en relieve de las culturas aborígenes del noroeste cordobés.

Lo más asombroso fue el proceso que se fue generando al paso del tiempo con el resto de los visitantes que ingresaban a la sala.

Luego de recorrer las vitrinas donde están los objetos de estas culturas del noroeste, se dirigían a los paneles, cerraban los ojos y decían "sentir" lo que los relieves les comunicaban o, como una turista de procedencia alemana nos definió: "una experiencia espiritual".

El objetivo de llevar al discapacitado visual a conocer la historia, nos abrió la puerta a otra experiencia: la gente no sólo puede mirar los objetos cuando se le dan las

herramientas necesarias, también puede “ver y sentir”. Y ese es el objetivo del museo sensitivo.

Las características con las que este museo contará, ya que es un trabajo que está en pleno proceso de remodelación, son las siguientes:

- Personal capacitado en lengua de señas para todo aquel que visite este lugar y posea este tipo de impedimento.
- Cada sala contará con gigantografías en letra legible para todo aquel que posea problemas de visión.
- Figuras en relieve de algunos de los objetos que se encuentran en las vitrinas, de manera que el discapacitado visual pueda saber cómo son, su forma y características (ver figuras 4, 5 y 6).



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

Figuras en relieve de algunos de los objetos que se encuentran en las vitrinas.

- Figuras en relieve de tamaño natural que recrearán alguna situación acorde con el recorrido histórico de cada sala (ejemplo: en la sala rural habrá una figura representando una paisana amasando el pan del día, dentro de una cocina típica de campo).
- Paneles sensitivos con figuras en relieve y texto de la sala en Braille.
- Sonido en cada una de las salas, el cual recreará una situación, hecho histórico o leyenda, ubicando al visitante y al alumno en tiempo y espacio, pero también compartiendo esos hechos (ejemplo: en la sala “Facundo Quiroga”, se recreará el momento en que fue asesinado en Barranca Yaco).
- El parque será convertido en jardín botánico, de manera que quien visite este lugar, también conozca la flora de esta región.
- Cada sala contará con un fichero didáctico que abarcará 10 proyectos destinados a todos los niveles educativos: primaria, secundario y terciario.

Este proyecto está en pleno proceso. Esperamos poder terminarlo en este año, ya que contamos con la ayuda de la municipalidad de Sinsacate, la asociación de amigos del Museo Jesuítico Nacional de Jesús María y la Secretaría de Cultura de la Nación.

El final de este proyecto será con un espectáculo de luces y sonidos, el cual recreará uno de los hechos histórico mas relevantes de este lugar, dando participación al público en general como parte del evento.

Este museo será el punto de partida que permitirá que otros museos tengan el mismo interés que poseemos quienes trabajamos por y para la cultura, abriendo las puertas al conocimiento sin obstáculos y con toda la intención de perdurar en la mente de cada uno que desee crecer sintiéndose parte de la historia que forma parte de su identidad, aquella que lo vio crecer: su tierra.

CONCLUSIÓN

Enseñar historia no es solamente aprender lugares y fechas. Espacio y tiempo son sólo una parte del conocimiento.

Enseñar historia es sentirla viva a través del tiempo, es coincidir en el pensamiento y los ideales de aquellos que la forjaron con sangre y gloria, con la pluma y la palabra.

Si llevamos de la mano a nuestros niños para que por medio del juego conozcan quiénes fuimos, o a nuestros jóvenes los guiamos en el conocimiento, mas allá de cuestionarios y datos que sólo muestran la superficie de su verdadera esencia, cuando ingresan a un museo o a conocer el pasado de nuestra tierra, estaremos creando una generación de nobles luchadores que, aunque sus pasos hacia el futuro los alejen de su patria, siempre guardarán una parte de su alma en la que siempre será su casa y su refugio.

Quizás algún día las escuelas tomarán conciencia de que son el punto de partida de la formación de los hombres del mañana y asuman la dura tarea de formar para cambiar en sólido, lo que hoy se nos va indefectiblemente de las manos.

Y quizás algún día, espero no muy lejano, los espacios culturales que guardan testimonio de un pasado que no debe dejarse de lado, serán también el punto de referencia donde se recupere una parte de nuestra identidad y de nuestros valores, porque nosotros también, algún día, seremos historia...

“Dejemos para el mañana el orgullo de ser quienes somos y no sólo apariencias, carácter y no sumisión, memoria y no olvido... plasmando en hechos lo que Kahlil Gibran dejó en una simple frase: *“un buen maestro no te pide que entres en la casa de su sabiduría, te conduce hasta el umbral de tu mente...”*”

Entonces sí...dejaremos huella.

REFERENCIAS

[1] Hernández Llosas, M. I. (2006). *Diversidad cultural, Patrimonio e identidad en Argentina*, Buenos Aires: CONICET.

[2] Costa, M. E. (2006). “El rol del sistema educativo formal argentino, en la construcción social del Patrimonio cultural”. *Ponencia en el VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*, Buenos Aires. [En línea]. Disponible en: <<http://www.cicopar.com.ar/congreso/x-costa.htm>>, consulta: enero 18, 2007.

BIBLIOGRAFÍA

Benedetti, M. A. (2007), “Patrimonio y educación: el educando como agente transmisor”. *Comunicación en el VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*, Buenos Aires. [En línea]. Disponible en: <<http://www.cicopar.com.ar/congreso/p-benedetti.htm>>, consulta: enero 12 de 2007.

Cabanne, J. (2006). “El niño en diálogo con el arte: el museo, educación por el arte y el patrimonio”. *Comunicación en el VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación*, Uruguay. [En línea]. Disponible en: <[http://209.85.141.104/search?q=cache:jd09kEeoaeAJ:www.cicopar.com.ar/congreso/participacion.htm+Cabanne,+J.+\(2006\).+El+ni%C3%B1o+en+di%C3%A1logo+con+el+arte:+el+museo,+educaci%C3%B3n+por+el+arte+y+el+Patrimonio.&hl=es&ct=clnk&cd=2](http://209.85.141.104/search?q=cache:jd09kEeoaeAJ:www.cicopar.com.ar/congreso/participacion.htm+Cabanne,+J.+(2006).+El+ni%C3%B1o+en+di%C3%A1logo+con+el+arte:+el+museo,+educaci%C3%B3n+por+el+arte+y+el+Patrimonio.&hl=es&ct=clnk&cd=2)>, consulta: enero 12 de 2007.

Cassino, P. E. (2007), “La comunicación en el museo”, *Revista digital Nueva Museología*, Argentina, [En línea]. Disponible en: <<http://www.nuevamuseologia.com.ar/comunicacion.htm>. 2007>, consulta: enero 12 de 2007.

Goldin, E. (2007), "Museos y discapacidad: educar en la creatividad", *Revista digital Nueva Museología*, Argentina, [En línea]. Disponible en: <http://www.nuevamuseologia.com.ar/museos_y_discapacidad.htm>, consulta: enero 12 de 2007.

Gómez Alcorta, A. y Villegas, E. A. (2007), "Los museos en la revolución didáctica el aprendizaje por competencias", *Revista digital Nueva Museología*, Argentina. [En línea]. Disponible en: <<http://209.85.141.104/search?q=cache:lt7PQYXBzB0J:www.nuevamuseologia.com.ar/museoscasochile.htm+Los+museos+en+la+revoluci%C3%B3n+did%C3%A1ctica+el+aprendizaje+por+competencias&hl=es&ct=clnk&cd=1>>, consulta: enero 12 de 2007.

Gómez Alcorta, A. y Villegas, E. A. (2007), "Saber escolar y didáctica museográfica. Reflexiones en torno a la brecha existente", *Revista digital Nueva Museología*, Argentina. [En línea]. Disponible en: <<http://www.nuevamuseologia.com.ar/didactica.htm>>, consulta: enero 12 de 2007.

Internacional Council for Education of the Visualita Handicaped (ICEVH). (2007), Ayudemos al niño disminuido visual a aceptar sus limitaciones, [En línea]. Disponible: <http://sapiens.ya.com/eninteredvisual/ftp/ayudemos_ndv_limitaciones.htm>, consulta: enero 12 de 2007.

Meglioli, L. E. (2007), "El Patrimonio Cultural". *Fundador del Consejo del Patrimonio Cultural y Natural de San Juan*, opinión de El diario de Cuyo, martes 23 de noviembre de 2004, San Juan, Argentina, [En línea]. Disponible en: <http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new_noticia.php?noticia_id=70282>, consulta: enero 12 de 2007.

Ortiz Ocaña, A. L. (2007), "Formación de valores en la escuela", *Educación en valores: Aprender a sentir y a convivir en una cultura axiológica*, CEPEDID, [En línea]. Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos26/educar-en-valores/educar-en-valores.shtml>>, consulta: enero 12 de 2007.

Prats, J. (2007), "La enseñanza de la historia: un debate mal planteado", *Histodidáctica, Revista en línea*, Barcelona, España, [En línea]. Disponible en: <<http://www.ub.es/histodidactica/articulos/aventura.htm>>, consulta: enero 12 de 2007.

Yunen, R. E. (2007). "¿Museología nueva? ¡Museografía nueva!", *Centro León*, Santo Domingo, República Dominicana, [En línea]. Disponible en: <http://www.cielonaranja.com/rey_museografia.htm>, consulta: enero 12 de 2007.

Análisis de la estrategia de enfoques y especialización de Porter para la creación de una MPyME¹

Roberto Lara Díaz
Facultad de Economía y Revista CIENCIA ergo sum
Instituto Universitario del Estado de México, A. C.
Universidad Autónoma del Estado de México
E-mail: robertolara2000@hotmail.com

[Recibido: Febrero 26, 2007. Aceptado: Enero 17, 2008](#)

Las empresas no deben intentar ser la mejores, sino ser singulares. Destinar sus recursos a innovar y descubrir nuevas necesidades que puedan cubrir mejor que nadie.
Michael E. Porter

RESUMEN

El presente trabajo trata de dar un panorama general de los aspectos relevantes que tienen las MPyMES como impulsoras de la economía mexicana. Pero principalmente, expone los aspectos que debe considerar quien quiere emprender una MPyME utilizando la estrategia de enfoques y especialización de Michael Porter para participar de manera eficiente en el mercado como proveedor de una empresa no importando su origen o tamaño.

Palabras clave: MPyME, emprender, proveedor, estrategia de enfoques y especialización, encadenamientos productivos.

ABSTRACT

This paper tries to provide a general view of the relevant aspects that MPyMES have as promoters of the Mexican economy. But, mainly exposes the aspects that must consider anyone wanting to undertake a MPyME using the Michael Porter's strategy of approaches and specialization, to take part in an efficient way on the market as a company's provider without considering its origin or size.

Key words: MPyME, undertake, supplier, strategy of approaches and specialization, productive sequences.

1. Análisis económico general de las MPyMES en México

Las MPyMES constituyen la base fundamental de las economías en el mundo. En México en su conjunto, representan aproximadamente 99% del número total de las empresas. [1] Por otra parte, representan 72% de las fuentes de empleo, 45% del Producto Interno Bruto (PIB) y 50% de la Población Económicamente Activa (PEA) de México. [2]

¹ MPyMES significa Mediana, Pequeña y Microempresa.

Si bien es cierto que estos datos dan un panorama alentador a los que quieren emprender una MPyME, también es cierto que muchos de los potenciales emprendedores no consideran algunos aspectos que son parte primordial para alcanzar su éxito.

2. Una visión real de las MPyMES en México

Muchas de las MPyMES en México, dirigen sus esfuerzos en la generación de bienes de consumo masivo para el mercado nacional y, por lo tanto, están expuestas a la competencia de las grandes empresas. Además, son muy pocas las que son capaces no sólo de imitar a otras firmas, sino de identificar nichos de mercado por su propia iniciativa y organizar la producción y comercialización adecuadas.

En México resulta difícil para un empresario hacer planes de crecimiento, capacitación e integración cuando la principal preocupación es sobrevivir, ya que hasta ocho de cada diez nuevas empresas cierran a los dos años de haber comenzado a operar. [3] Pero este efecto, en muchas ocasiones, se debe a que los generadores de MPyMES, no realizan de manera adecuada un estudio de mercado. Una diferencia muy importante de las MPyMES, de los países industrializados, es que sus creadores disponen de conocimientos específicos del mercado y no se establecen sin haber identificado oportunidades promisorias en él.

3. Antecedentes de la Ventaja Competitiva

De acuerdo a Porter, [4] una ventaja competitiva existe cuando hay una equivalencia entre las competencias distintivas de una empresa. Por lo cual, las necesidades particulares del cliente permite generar una ventaja competitiva. A grandes rasgos, existen tres estrategias competitivas: de diferenciación, de costos y de enfoque o segmentación. La primera se basa en diferencias con las empresas competidoras como puede ser la imagen de marca, el producto o servicio, la localización o cualquier otra característica que le da un valor adicional al consumidor. En la segunda, la empresa es capaz de ofrecer los precios más bajos a los consumidores en la que las fuentes de origen de ella dependen de la estructura del sector industrial, como las economías de escala, tecnología propia o acceso preferencial a materias primas. La última se caracteriza por la identificación de una porción o segmento del mercado en la que la alta especialización es la estrategia adecuada para que una empresa capte un nicho de mercado.

3.1. Estrategia de segmentación dirigida al productor

Si bien es cierto que la mayoría de los análisis y aplicación de la ventaja competitiva de Porter [5] se dirigen principalmente a los productores de un bien o servicio final, también es cierto que su potenciabilidad se vuelve muy evidente al utilizarla como mecanismo de ingreso de un proveedor a un sector económico, subsector económico e incluso de una sola planta productiva, por lo cual es necesario que una vez detectado el mercado objetivo se consideren los recursos con los que cuenta la empresa.

La aplicación de la estrategia de segmentación, enfocada a un productor, tiene criterios muy definidos, como los son: demográficos, psicográficos y conductuales, que permiten de manera correcta determinar el segmento de mercado. Pero, primordialmente es necesario identificar cuáles son las necesidades específicas del mercado para satisfacerlo de manera precisa; es decir, identificar cuáles son sus insuficiencias para poder cubrir las. De tal modo, la empresa podrá suministrarle un producto final, un insumo o un servicio indispensable y a la medida de sus necesidades.

4. La utilización de la estrategia de enfoques y especialización para emprender una MPyME

La generalidad de los que crean una MPyME en México han tratado de seguir los enfoques tradicionales para posicionarse en el mercado, es decir, luchan por ser un productor competitivo en costos o imitan un producto que ofrecen sus competidores; pero, en su mayoría, han olvidado las ventajas que puede ofrecer centrarse en una porción más limitada del mercado utilizando —como una de las tantas alternativas posibles— una estrategia de enfoques y especialización. La idea parte en modificar el concepto de emprendedor, es decir, para la generalidad un emprendedor es aquél con la creatividad de poder producir u ofrecer algo totalmente nuevo que proporcione una motivación por llevarlo a la práctica en la vida diaria. Con este enfoque se entenderá que un emprendedor no inventará un producto nuevo, más bien, elaborará o dará un servicio acorde a las necesidades particulares de la empresa a quien proveer.

4.1. Ventajas

Entre las principales ventajas de este enfoque se encuentran: la limitación a un grupo especial de clientes y una línea de productos o servicios en particular. Por lo cual, la estrategia para lograr una ventaja de enfoques y especialización es dirigir los esfuerzos a mercados bien definidos. Se basa en la habilidad de crear mayor valor para el cliente en un segmento limitado que de como resultado una mejor comprensión de los deseos y necesidades del consumidor. En otras palabras, esta estrategia propondrá a un mercado meta limitado la percepción del complemento de su producto y/o servicio con la ventaja de ser un producto a la medida de sus deseos o necesidades. [5]

Otra de las ventajas primordiales de la utilización de este enfoque es que, por su tamaño, las MPyMES tienen una gran flexibilidad para hacer reingeniería de una manera más rápida, garantizándole a la empresa receptora del bien o servicio, una adaptación continua a sus necesidades.

4.2. Desventajas

Entre las desventajas principales que podemos detectar con esta estrategia se encuentran la misma limitación del mercado elegido y que la MPyME sólo podrá mantenerlo si los posibles competidores no son capaces de superar las barreras que evitan la imitación de la estrategia o que los mismos empresarios decidan cambiar a un proveedor que les ofrezca cubrir otras necesidades que la MPyME no cubre.

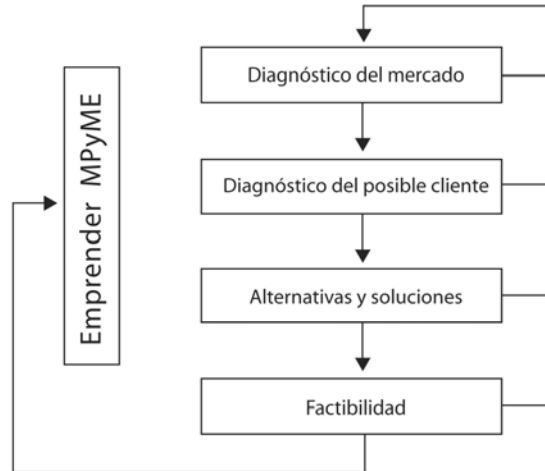
Aunado a esto, su supervivencia en el mercado se volverá dependiente del éxito de la empresa a proveer, por lo cual, es indispensable que la MPyME tenga una estrategia alterna ante posibles cambios en la demanda de los consumidores.

4.3. Estrategias adicionales

Asimismo, la empresa puede buscar un valor aumentado, al otorgarle una imagen de responsabilidad social al contratar personal con capacidades diferentes —que además genera algunos incentivos fiscales— o implementando una cultura ecológica —al realizar actividades de reciclaje— que haga más atractiva a la empresa con su cliente.

4.4. La decisión de emprender una MPyME

Una vez realizado un análisis detallado del mercado meta y del posible cliente, es indispensable la generación de posibles alternativas con sus posibles soluciones, así como un análisis minucioso de factibilidad para tener una decisión final. En la siguiente figura, se resumen los pasos en que consiste la estrategia de enfoques y especialización de Porter.



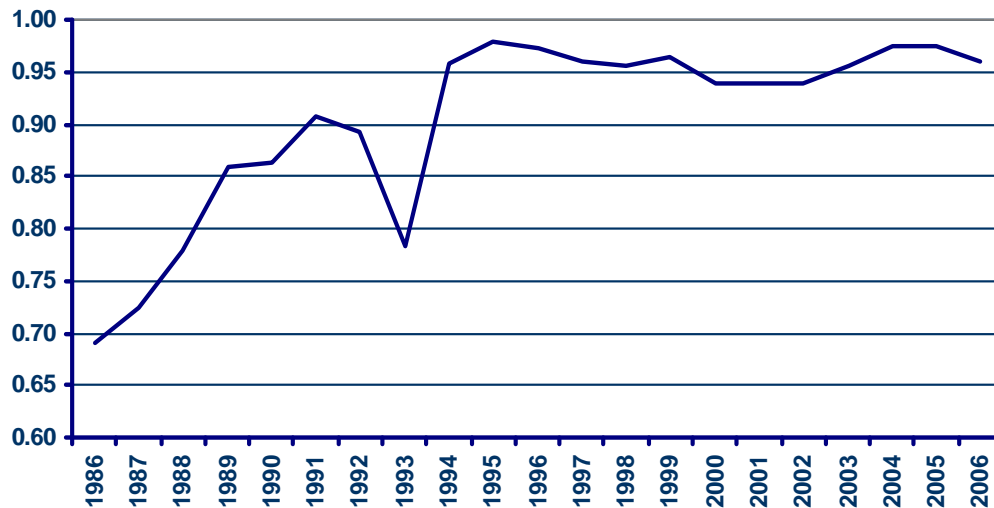
Fuente: Elaboración propia con base en Porter. [5]

Fig. 1. Utilización de la estrategia de enfoques y especialización de Porter para la decisión de emprender una MPyME

5. Caso práctico

5.1. Análisis del mercado

Para poder identificar un mercado potencial es importante considerar la estructura productora y comercial del mercado objetivo. Como ejemplo de la estrategia de enfoques y especialización de Porter, aplicado a México, podemos identificar que a partir de la década de los años ochenta del siglo pasado, y más intensamente desde mediados de la década de los años noventa, ha orientado su estructura económica —como la mayoría de las economías— basándose en el comercio exterior. Desde esta perspectiva, su índice de apertura comercial² ha aumentado notoriamente (véase figura 2).

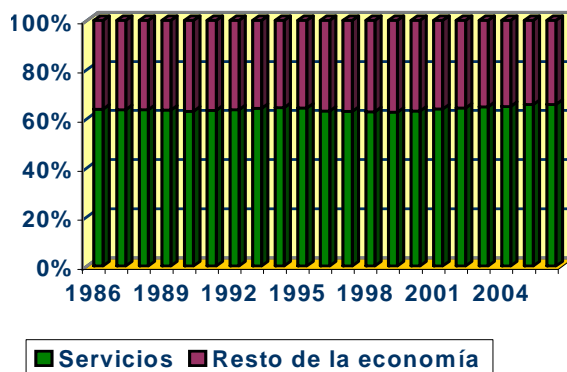


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. [6]

Fig. 2. Índice de apertura comercial de México, 1986-2006

² Es importante mencionar que el índice de apertura comercial representa la cantidad de ingresos que obtiene una economía de su comercio exterior. Matemáticamente el resultado siempre se encontrará entre 0 y 1. Por lo cual, mientras éste se encuentre cerca de 1, el país tendrá un grado de apertura comercial más acentuado, que se traducirá en una cantidad de ingresos mayor que obtiene una economía de su comercio exterior. Por el contrario, mientras más cercano se encuentre de 0, será menor.

Por otra parte, se puede observar en su Producto Interno Bruto (PIB) sectorial, que la mayoría de sus ingresos se generan en el sector servicios (véase figura 3).



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. [6]

Figura 3. Producto Interno Bruto de México por actividad económica, 1996-2006

Aunado a lo anterior, el consumo privado del país está claramente concentrado —por razones lógicas— en el sector “servicios” de origen nacional (véase tabla 1).

Tabla 1. Consumo privado por origen, 1993-2006

Año	Nacionales		Importaciones		Total
	Bienes duraderos	Bienes no duraderos y servicios	Bienes duraderos	Bienes no duraderos y servicios	
1993	6.8	88.9	1.1	3.2	100.0
1994	6.7	88.1	1.5	3.6	100.0
1995	5.4	91.8	0.7	2.2	100.0
1996	5.5	91.1	1.0	2.4	100.0
1997	5.5	91.1	1.0	2.4	100.0
1998	6.7	88.5	1.4	3.3	100.0
1999	6.6	88.4	1.6	3.4	100.0
2000	6.9	87.0	2.2	3.9	100.0
2001	5.9	90.3	1.1	2.6	100.0
2002	6.1	86.7	2.7	4.5	100.0
2003	5.9	87.1	2.5	4.5	100.0
2004	5.7	86.7	2.9	4.7	100.0
2005	5.5	85.6	3.3	5.6	100.0
2006	5.0	85.5	3.5	6.0	100.0

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. [6]

5.2. La industria automotriz en México

Carrillo y Ramírez [7] en su trabajo *Reestructuración, eslabonamientos productivos y competencias laborales en la industria automotriz en México*, realizan un análisis de encadenamientos productivos. Identifican que la especialización en el sector ha provocado una centralización intrafirma; pero, por otra parte y motivo de ella, se han externalizado subcontratando diversos servicios al productor, como mantenimiento, limpieza y servicios generales, que antes realizaban sus propios trabajadores.

En otras palabras, es una estrategia competitiva en donde la industria crea su propio espacio. En estos encadenamientos, el número de agentes productivos involucrados es

muy grande y diverso: independientes, subsidiarias y matrices. Por lo cual todos los proveedores abastecen una diversidad de componentes, además de servicios intangibles que se intercambian bajo complicados pero bien definidos patrones. [8:149]

Conclusión

En la actualidad muchos de los emprendedores de las MPyMES mexicanas se han preocupado en demasía por las contradicciones políticas y comerciales en las que se envuelven los acuerdos y tratados, en este mundo globalizado, que las ponen en desventaja con las grandes empresas. Además, luchan por ser competitivos en costos o buscan la diferenciación de un producto respecto al de los competidores fracasando continuamente, pero pocos se concentran en considerar la importancia de utilizar estrategias competitivas, como la referida anteriormente, antes de iniciar una MPyME. Por lo cual es necesario que los emprendedores identifiquen los nichos de mercado originados por otras empresas —ya sean nacionales, extranjeras, grandes o pequeñas— en los que pueden participar como proveedores.

No olvidando que la única constante en los mercados es el cambio, por lo cual es importante que una vez posicionada la MPyME tome en cuenta hacer más eficientes sus procesos productivos y capacitar a su personal pero, principalmente, tener un marco de referencia de trabajo alternativo comprendiendo que la mejor barrera para la entrada de posibles competidores es conservar la iniciativa.

“El 75 por ciento de las empresas que conozco no tienen estrategia y se limitan a imitar a sus competidores. Si todo el mundo persigue el mismo objetivo, las compañías terminan por parecerse cada vez más y, entonces, el cliente elige con base en el precio”.
Michael. E. Porter

Referencias

- [1] CAINTRA. (2005). Datos del INEGI publicados en la página electrónica de la *Semana regional PyME 2005*. [En línea]. Disponible en: <<http://www.caintra.com/pymes05/visitantes/preguntas.html#tres>> consulta: agosto 13 de 2006.
- [2] Martínez, R. (2005). *PyMES en México Representan el 45% del PIB*. El Universal online, 30 de junio, México.
- [3] García de Alba, S. (2003). *Informe sobre la semana de MPyMES*. México: WTC.
- [4] Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance*. Nueva York: The Free Press.
- [5] Porter, M. E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. Nueva York: New York Press.
- [6] INEGI. (2007). Base de datos del Banco de Información Económica (BIE). En línea]. Disponible en: <<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx>>, consulta: enero 6 de 2008.
- [7] Carrillo y Ramírez. (1997). *Un análisis de reestructuración, eslabonamientos productivos y competencias laborales en la industria automotriz en México*. Trabajo presentado en XX International LASA, Guadalajara, México, abril 17-19.
- [8] Ramírez, J. C. (1995). *The new location and interaction patterns. The Mexican Motor Industry*. Brighton: Universidad de Sussex (tesis de doctorado), Inglaterra.

Bibliografía

Sandhusen, R. (2004). *Mercadotecnia internacional*. Segunda reimpresión, México: CESCA.

DIRECTORIO ULSA

RECTOR

Dr. Ambrosio Luna Salas

VICERRECTOR ACADÉMICO

Ing. Edmundo Barrera Monsiváis

VICERRECTOR DE FORMACIÓN

Mtro. José Antonio Vargas Aguilar

DIRECTORA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Mtra. Ma. Teresa Estrada Alvarado

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Felipe Gaytán Alcalá

CONSEJO EDITORIAL INTERNACIONAL

Mtro. José Octavio Alonso Gamboa (DGB-UNAM)
Dr. Gabriel Eduardo Cuevas González Bravo (UNAM)
Dr. Raffaele De Giorgi (UNIVERSIDAD DE LECCE-ITALIA)
Dr. Ángel Rogelio Díaz Barriga Casales (UNAM)
Dr. José Antonio García Macías (UNIVERSITY OF OTAGO-NEW ZEALAND)
Mtro. Manuel González Navarro (UAM-I)
Dr. Daniel Gutiérrez Martínez (EL COLEGIO MEXIQUENSE)
Dr. Antonio Hermosa Andújar (UNIVERSIDAD DE SEVILLA-ESPAÑA)
Dr. Michel Mafessolli (UNIVERSIDAD DE SORBONA, FRANCIA)
Dr. Armando Martín Ibarra López (UNIVA)
Dr. Alejandro Montaña Durán (UNIVERSIDAD ANÁHUAC)
Dra. Rosario Rogel Salazar (REDALYC)
Dr. Rafael Sevilla (TÜBINGEN, ALEMANIA)
Dr. Victor Tsutsumi Fujiyoshi (CINVESTAV)
Dr. Xavier Vilasís Cardona (UNIVERSITAT RAMON LLUL-ESPAÑA)

COMITE DE ÁRBITROS

Dr. Abdiel Cáceres González (UJAT)	Mtro. Maximino Oropeza Neri (UdeG)
Mtro. Arq. Salvador Córdova Zavala (ULSA)	Dra. Juana Patlán Pérez (ITAM)
Dr. Jesús Figueroa Nazuno (CIC-IPN)	Mtro. Pedro Quintero Enzástiga (UVM)
Dr. Enrique Mendoza Carrera (UNAM)	Mtro. Alfonso Ríos Herrera (ULSA)
Dr. Octavio Miramontes (UNAM)	Dra. Karina Rodríguez Cortés (ULSA)
Dr. Pedro Miramontes (UNAM)	Dr. José Sámano Castillo (UNAM)
Dr. Antonio Neme (UACM)	Biol. Carolina Tovar González (UNAM)
	Mtra. Esther Vargas Medina (UAM-I)

CRITERIOS PARA AUTORES

La RCI: *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, es una publicación académica de la Coordinación de Investigación con arbitraje interno de periodicidad semestral y que se difunde a través de la WEB. En ella, se publican artículos de investigación y aportes de discusión de diversos contenidos organizados temáticamente, siendo un foro plural que posibilita la divulgación amplia de temas, disciplinas, perspectivas teóricas, enfoques y metodologías cultivados en el campo de la investigación científica, humanística y tecnológica. Cada número incluye artículos diversos sobre temas específicos —cuyas contribuciones se solicitan por convocatoria— y otros espacios abiertos a investigaciones recientes de cualquier tema dentro de las áreas del conocimiento cultivadas en la Universidad La Salle: “Ciencias Sociales y Administrativas”, “Ingeniería y Tecnología”, “Ciencias Naturales y Exactas”, “Ciencias de la Salud”, “Educación y Humanidades” y “Ciencias y Artes para el Diseño”.

TIPOS DE CONTRIBUCIÓN

- Los artículos deben ser originales e inéditos y no someterse (o estar en proceso de respuesta) a consideración simultánea de otra Revista.
- Los idiomas de la Revista son el español y el inglés, en caso de enviar un artículo en otro idioma deberán incluir un resumen e abstract en los idiomas mencionados.
- Las colaboraciones que se envíen podrán ser:
 - Artículos de investigación:** investigaciones empíricas, intervenciones, estudios, desarrollos, estudios evaluativos o diagnósticos. La extensión deberá ser entre 6 y 15 cuartillas.
 - Ensayos:** reflexiones sobre diversos fenómenos de interés que contribuyan a la reformulación o conceptualización de un problema, tema, o metodología de investigación. Su extensión deberá ser de 2 a 15 cuartillas.
 - Revisiones Temáticas y Notas críticas:** revisión crítica de los aportes teóricos o prácticos que otros autores han hecho en un campo disciplinar determinado. Su extensión deberá ser de 3 a 12 cuartillas.
 - Reseñas de libros:** máximo 2 cuartillas.

REQUISITOS EDITORIALES

- Todos los trabajos se someten a dos etapas de dictaminación: a) una primera lectura por parte del Comité Editorial con el objeto de verificar si cubre los requisitos del perfil de la revista, y b) en caso de ser aceptado, se enviará a dos dictaminadores especialistas en el tema.
- En todo el proceso se conservará el anonimato de árbitros y autores y la adscripción de los primeros será distinta a la del autor.
- El lapso máximo para dar un dictamen será de tres meses a partir de la fecha en que se emita el comprobante de recepción.
- La recepción de un trabajo no implica ningún compromiso de la revista para su publicación.
- Los autores ceden, al aceptarse su artículo, el derecho de su publicación a la *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*.
- Previo petición por escrito al Comité Editorial, se autoriza la reproducción de los trabajos en otros medios, siempre y cuando se garantice que

se indicará que fue publicada por primera vez en la *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*.

- Los editores se reservan el derecho de hacer las modificaciones de estilo que juzgen pertinentes.
- Mediante el envío de sus artículos, los autores garantizan la originalidad de sus contenidos y aceptan ceder a la Universidad La Salle los derechos autorales que conforme a la ley les correspondan, autorizando su publicación impresa o electrónica. Los autores podrán reproducir o difundir el o los artículos aceptados con fines académicos y nunca comerciales. Cabe resaltar que no deben ser publicado(s) en ningún otro medio impreso o electrónico sin el consentimiento expreso del Director de la *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*.
- Los autores son responsables de asegurar el respeto a los derechos de autor o a cualquier tipo de propiedad industrial en el contenido de sus artículos (citas, imágenes, fotografías, etc.); así como obtener, cuando se requiera, los permisos o autorizaciones necesarias para la inclusión de hipervínculos (acceso a “sitios vinculados”).
- La inclusión de anuncios o información comercial sobre productos o servicios está prohibida a menos que sea indispensable para la comprensión del texto o de suma importancia en virtud de criterios estrictamente científicos.
- Los autores no recibirán remuneración alguna. El envío, aceptación y/o publicación de sus artículos o colaboraciones no producirá relación alguna de ningún tipo con la Universidad La Salle.

PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

TEXTOS

- Los textos se entregarán con un margen de 2.5 cm., en letra Arial de 10 puntos en formato de Word, WordPerfect, (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 enviarse con atención al coordinador editorial o coordinador temático de cada número. (ver Convocatoria).
- Una página estándar en tamaño carta debe incluir en promedio 350 palabras.** Deberá incluirse un resumen tanto en castellano como en inglés, no mayor de 130 palabras, así como cinco palabras clave.
- Deberán enviarse, por separado, los originales de cuadros y gráficas, anotando dentro del texto su ubicación.
- De preferencia, las notas deberán incluirse al final del trabajo, antes de la bibliografía y debidamente numeradas.
- Dentro del texto, las referencias bibliográficas se presentarán en forma numérica.
- Después del título, incluir el nombre del autor, adscripción y cargo que desempeña, dirección institucional, teléfono y fax de su oficina así como correo electrónico.
- 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 en la parte superior 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 en formato gif o jpeg.

- Los autores deberán incluir un resumen curricular, que contenga los estudios realizados e institución donde los hicieron, obras y trabajos publicados, actividades relevantes, logros sobresalientes y cargos desempeñados.
- Referencias. Se utilizará el sistema numérico. Para su anotación se usará 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 auto-res se pondrá el apellido e iniciales del primer autor y se agregará *et al.* año (completo), título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.), página(s) (p. o pp.). Separar con comas cada categoría a partir del título del artículo.

Ejemplo:

- Pérez, J. L. (1997). “La cibernetica moderna”, *Física*, México, vol. XXIV, pp. 34-37.
- López, J. P. (1997). Sánchez, A., Ibarquengoitia, E., “El microchip”, *Cibernetica actual*, México, vol. IV, núm. 25, p. 67.

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.* Año (completo). Título del libro en itálicas, volumen (vol.) -en caso de haberlo-, edición o reimpresión, lugar: editorial, página(s) (p. o pp.). Separar con comas cada categoría después del título del libro.

Ejemplo:

- Alcoer, A. (1996). *De química y otras ciencias*, 4a.ed., Barcelona: Tecnos, pp. 57-78.

En caso de citar al mismo autor inmediatamente se empleará: *Ibidem* o *Ibid.*

Ejemplo:

Ibidem, 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:

- Alcoer, *op. cit.*, p.60.

Notas

Para los artículos que lleven notas, éstas deberán incluirse al final del artículo.

Revistas

Las notas de revistas deberán incluir: Autor con apellido(s) y nombre(s), año (completo). Título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.) y página(s) (p. o pp.).

Las notas de libros

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.* año (completo). Título del libro en itálicas, volumen (vol.) -en caso de haberlo-, edición o reimpresión, lugar: editorial, página(s) (p. o pp.). Separar con comas cada categoría después del título.

Fuentes electrónicas

En el caso de utilizar fuentes electrónicas se debe cuidar en forma estricta la veracidad y confiabilidad de la misma, así como el respaldo auditado de instituciones o autores de prestigio. Se aconseja evitar abusar de este recurso.

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://direccion/nombredelarchivo>, fecha de obtención del documento.

Ejemplo:

[1] Rodríguez, David. Cómo se originan algunas enfermedades. Octubre de 1997. [En línea] Disponible en: <http://www.main.conacyt.mx/dcc/como.html> consulta: febrero 22 de 1998.

[1] Dávila, Alma. Una clase de Física Elemental [En línea] Disponible en: <http://www.nalejandria.com/00/estudio/clase1/index.htm> consulta: mayo 2 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

Notas y bibliografía: irán al final del artículo, ordenadas numéricamente. En caso de Fuentes electrónicas, indicar fecha de consulta. Para mayor precisión, se recomienda seguir el estándar de ISO 690:1987 e ISO 690-2:1997.

Ecuaciones y referencias

Para la inserción de ecuaciones y sus referencias se debe poner entre corchetes cuadrados el número de ecuación agregando la abreviatura Ec.

Ejemplos:

...considere un sistema descrito por $c = f(x, t, m)$, [Ec.1] donde x e t es el estado...utilizando la Ec. 1
...sin embargo, existen algunas técnicas desarrolladas en [Ec. 1] para la reconstrucción de atractores...

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 —circunscribiendo— 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).

REVISIONES TEMÁTICAS, NOTAS CRÍTICAS 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.

NOTAS METODOLÓGICAS

Las notas metodológicas deberán explicar/criticar los marcos metodológicos recurrentes en el proceso de investigación, sugerir algunas posibles soluciones a problemas de investigación o innovar el marco metodológico existente.

RESEÑAS DE LIBROS, REVISIONES TEMÁTICAS, NOTAS CRÍTICAS Y ENSAYOS Y NO-TAS METODOLÓGICAS

Bibliografía

Al final del artículo se agregará, la bibliografía alfabética que sirva de soporte al texto. En la bibliografía se deberá incluir los siguientes datos:

Revistas

Autor(es). Año (completo). Título del artículo entre comillas, título de la revista en itálicas, lugar, volumen (vol.), número (núm.), país, página(s) (p. o pp.).

Libros

Autor(es). Año (completo). Título del libro en itálicas, volumen (vol.), edición, lugar: editorial, página(s) (p. o pp.).

