



Segunda Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética

25 al 28 de Marzo de 2012 – Orlando, Florida, EE.UU.

en el contexto de
The 3rd International Multi-Conference on
Complexity, Informatics, and Cybernetics: IMCIC 2012

MEMORIAS

Edición Post-Conferencia

Editores:

Jorge Baralt
Nagib Callaos
José Ferrer
Andrés Tremante



Organizada por
International Institute of Informatics and Systemics
Miembro de la International Federation for Systems Research (IFSR)

COPYRIGHT

Derechos de Autor y Permiso de Reimpresión: Se permite extraer partes del libro siempre y cuando se den los créditos a la fuente. Se les permite fotocopiar a las Bibliotecas para su uso privado y a los instructores artículos por separado, sin costo, para fines académicos no comerciales. Para permisos de otras fotocopias, reimpresiones o republicaciones, escriba a IIS Copyright Manager, 13750 West Colonial Dr Suite 350 – 408 Winter Garden, Florida 34787, U.S.A. Todos los derechos reservados. Copyright 2012 © por el International Institute of Informatics and Systemics.

Los artículos de este libro constituyen las memorias de la conferencia mencionada en la portada y en el título. Estos artículos reflejan las opiniones de los propios autores con el propósito de una distribución oportuna, se publican tal y como fueron presentados, sin ningún cambio. La inclusión de dichos artículos en esta publicación no constituye necesariamente respaldo alguno por parte de los editores.

ISBN-13: 978-1-936338-59-7



COMITE DEL PROGRAMA

Presidente: Nagib Callaos

Abe, Jair Minoro	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial	Brasil
Abreu, O. V.	Universidad de Cantabria	España
Acedo de Bueno, María de L.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Acurero, Alfredo J.	Universidad del Zulia	Venezuela
Aguilar Vera, Raúl Antonio	Universidad Autónoma de Yucatán	México
Álvarez, Francisco J.	Universidad Autónoma de Aguas Calientes	México
Alvear, D.	Universidad de Cantabria	España
Angulo Ramos, Graciela A.	Fundación Universidad del Norte	Colombia
Arguello Fuentes, Henry	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Arreaza, Evelyn C.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Arteta Manrique, María Inés	Universidad del Norte Barranquilla	Colombia
Ávila Urdaneta, Maritza	Universidad del Zulia	Venezuela
Ballesteros, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barbosa, Alfonso	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Barnabé, Thiago	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Bermeo, José	Universidad de Los Andes	Colombia
Briceño Castañeda, Sergio R.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Bruzón, M. Ángeles	Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa	España
Buono, Juan J.	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero	Argentina
Burgos, Iván V.	Universidad del Zulia	Venezuela
Burgos-Artizzu, Xavier P.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España
Bustacara, César J.	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Bustos, Gabriela I.	Universidad del Zulia	Venezuela
Campos Freire, Francisco	Universidad de Santiago de Compostela	España
Capote, J. A.	Universidad de Cantabria	España
Cardoza, Liliana	Universidad Autónoma de Baja California	México
Carreras R., Francisco J.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Castillo Ortiz, Jesús	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Castrillón, Omar D.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Cerqueira, Valdenice M.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Chaparro Sánchez, R.	Universidad Autónoma de Querétaro	México
Cipolla Ficarra, Francisco	Università degli Studi di Bergamo	Italia
Corchado R., Juan Manuel	Universidad de Salamanca	España
Cymrot, Raquel	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
De la Fuente, David	Universidad de Oviedo	España
De los Rios Sastre, Susana	Universidad Pontificia Comillas de Madrid	España
Díaz, Carlos	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Díaz, Elva	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	México

Díaz, Francisco Javier	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Díaz Pérez, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Donoso, Yezid	Universidad de Los Andes	Colombia
Durán, Jaume	Universidad de Barcelona	España
Escobar Díaz, Andrés	Universidad Distrital	Colombia
Espina, P.	Universidad de Cantabria	España
Espinosa B., Gabriel E.	Universidad Tecnológica del Centro	Venezuela
Farias, Nicandro	Universidad de Colima	México
Feijóo González, Claudio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Fernández, Javier D.	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Fernández, Juan A.	Universitat Ramon Llull	España
Fernández-Pampillón, Ana	Universidad Complutense de Madrid	España
Ferreira, Deller James	Universidade Federal de Goiás	Brasil
Ferro, Edgardo	Universidad Nacional del Sur	Argentina
Flores, Mª Sierra	Universidad Complutense de Madrid	España
Flores P., Pedro	Universidad de Sonora	México
Fonseca, David	Universitat Ramon Llull	España
Fonseca, Pau	Universidad Politécnica de Cataluña	España
Galvis, Jhon Jairo	Universidad Distrital	Colombia
García, Enrique Efrén	Universidad Autónoma de Baja California	México
García, Oscar	Universitat Ramon Llull	España
Gauthier, Alain	Universidad de Los Andes	Colombia
Gil, Richard J.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Giraldo, Jaime Alberto	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
González B., Manuel	Universidad Carlos Tercero de Madrid	España
González G., Moisés	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
González Sánchez, Víctor M.	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Grande González, Rubén	Universidade da Coruña	España
Guerrero, Gerardo V.	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Guevara, Juan C.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Hernández, Daniel	SIANI	España
Hernández, Juan Miguel	Universidad Autónoma de Baja California	México
Hernández Suárez, César A.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Hoyo, Alexander	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Ibarra-Zannatha, Juan M.	CINVESTAV	México
Iduñate R., Erick L.	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Isern-González, Josep	SIANI	España
Jakymec, Juan P.	Universidad del Zulia	Venezuela
Juanatey, Oscar	Universidade da Coruña	España
Lammoglia, Nelson L.	Universidad de Los Andes	Colombia
Lanzarini, Laura	Universidad Nacional de La Plata	Argentina
Lázaro, M.	Universidad de Cantabria	España
Liévano, Federico Andrés	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
López, José Antonio	Universidad Complutense de Madrid	España
López, Rosa Martha	Universidad Autónoma de Baja California	México
López L., Edna D.	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
López S., Iván A.	Universidad de Sonora	México
Madrid V., José I.	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Magadán-Salazar, Andrea	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Martínez, Valentín Alejandro	Universidade da Coruña	España
Martins, Fábio C.	Universidade Estadual de Londrina	Brasil

Matesanz, María	Universidad Complutense de Madrid	España
Mejía, Marcelo	Instituto Tecnológico Autónomo de México	México
Meza, Miguel A.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Molina, Juan C.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Moraes, Ubirajara C.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Morales C., Melina	Universidad de Sonora	México
Morales Reynaga, Lluvia C.	Universidad de Granada	España
Moreno Cañón, Julio César	CODENSA S.A. ESP	Colombia
Muñoz, Hilarión	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Muñoz, Jaime	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Ochoa, Carlos A.	Universidad Autónoma de Zacatecas	México
Okuyama, Edson T.	Universidade Presbiteriana Maclenzie	Brasil
Olguín, Jesús Everardo	Universidad Autónoma de Baja California	México
Oliveros Pantoja, Ingrid	Universidad del Norte	Colombia
Pacheco, Sanders	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Padilla, Alejandro	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Páez, Haydée G.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Paletta, Mauricio	Universidad Nacional Experimental de Guayana	Venezuela
Parella, Sonia	Universitat Autònoma de Barcelona	España
Pazos Sierra, Alejandro	Universidade da Coruña	España
Pedraza Martínez, Luís F.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Pereira, Miguel A.	Hospital do Meixoeiro	España
Pereira Loureiro, Javier	Universidade da Coruña	España
Pérez Aguiar, José R.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Pifarré, Marc	Universitat Ramon Llull	España
Ponce, Julio C.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Ponce de León, Eunice E.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Puig, Janina	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Rahme, Ma. Elena	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	México
Ramos, Esmeralda	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Recio, Beatriz	Universidad Politécnica de Madrid	España
Reyes, Diana L.	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Reyes, Jaime Duván	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Ribó, Oriol	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Riera de Montero, Eddy	Universidad de Carabobo	Venezuela
Rincón, Carlos A.	Universidad del Zulia	Venezuela
Roberts, Peter	Universidad de Ciencias de la Informática	Chile
Rodríguez, Cátia C.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Rodríguez, Wladimir	Universidad de Los Andes	Venezuela
Rodríguez E., Dionisio J.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Rodríguez Lozano, Gloria I.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Romero-Moreno, Luisa M.	Universidad de Sevilla	España
Ruiz, Maryem	Universidad EAFIT	Colombia
Salcedo Parra, Octavio	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Sánchez, J. Salvador	Universitat Jaume I	España
Solaque, Leonardo	Universidad Militar Nueva Granada	Colombia
Soriano-Equigua, Leonel	Universidad de Colima	México
Stump, Sandra M. D.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Tirado, Pedro	Universidad Politécnica de Valencia	España
Torres, Wuilian J.	Fundación Instituto de Ingeniería	Venezuela
Torres Soto, Aurora	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México

Torres Soto, María Dolores	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Velásquez, Natalia C.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Viera Santana, José G.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Vílchez Quesada, Enrique	Universidad Nacional	Costa Rica
Villagrasa Falip, Sergi	Universitat Ramon Llull	España
Villegas, Eva	Universitat Ramon Llull	España
Zarama, Roberto	Universidad de Los Andes	Colombia



REVISORES ADICIONALES

Agudelo Giraldo, María A.	Universidad de Atlántico	Colombia
Almeida Santos, Adriano M.	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Portugal
Andrade González, Edgar A.	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Anzures García, Mario	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Blanco, Mitvia	Universidad de Carabobo	Venezuela
Botia Valderrama, Diego J. L.	Universidad de Antioquia	Colombia
Braga da Silva, Flavio	Universidade Estadual de Maringá	Brasil
Cadile, María S.	Universidad Nacional de Córdoba	Argentina
Camós, Cristina	Universidad Abierta Interamericana	Argentina
Castro, Maria J.	ISCAP	Portugal
Castro Lechtaler, Antonio R.	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Correa Espinal, Alexander A.	Universidad Nacional de Colombia	España
Covarrubias, Lourdes	Universidad de Colima	México
del Blanco, Gustavo Rubén	Universidad Nacional de Lomas de Zamora	Argentina
Delgado de Ruiz, ClouDET R.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Díaz Rodríguez, Jorge Luís	Universidad de Pamplona	Colombia
Domínguez, Javier	El Colegio de México A.C.	México
Escobar, Andrés	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Fonseca, Aldemar	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Gallardo Fernandez, Isabel M.	Universitat de València	España
Gamarra Rosado, Víctor O.	Universidade Estadual Paulista	Brasil
García Alcáraz, Pedro	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 148	México
Helayel-Neto, José A.	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	Brasil
Hernández Franco, Carlos	Universidad Politécnica de Valencia	España
Hernández Riveros, Jesús A.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Huapaya Camacho, Juan Á.	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Ibeas, Asier	Universitat Autònoma de Barcelona	España
Kurihara, Takato	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Lambertt, Ángel	Universidad Anáhuac del Norte	México
Levy, Sary	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
López, Ignacio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Lorca, Pedro	Universidad de Oviedo	España
Martínez Sarmiento, Fredy H.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Masero Vargas, Valentín	Universidad de Extremadura	España
Mondéjar Jiménez, Juan A.	Universidad de Castilla-La Mancha	España
Mora, Ana Patricia	Servicio Geológico Mexicano	México
Moraes de Almeida, Fabrício	Universidad Federal de Rondônia	Brasil
Navarro, Miguel	Universidad Pedagógica de Durango	México

Oliveira dos Santos, Ednaldo	Unión Nacional de Estudiosos en Meteorología	Brasil
Peña Zapata, Gloria Elena	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Pezzotti, Gianni	Istituto di Cristallografia	Italia
Pinheiro Borba, Jean M.	Universidade Federal do Maranhão	Brasil
Rafael, Faraco	Universidade do Sul de Santa Catarina	Brasil
Revueña D., Francisco I.	Universidad de Extremadura	España
Rodríguez, Antonio	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Rodríguez, Rocío A.	Universidad Nacional de la Matanza	Argentina
Romero, Luís Felipe	Universidad de Sonora	México
Sánchez, Marisela	Universidad del Zulia	Venezuela
Sánchez-Gálvez, Luz A.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Santana Antunes, Julio	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Serra Barreto, Alexandre	Ministério da Fazenda	Brasil
Silva Silva, Alicia E.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Teixeira, Leonor	Universidade de Aveiro	Portugal
Torrente-Luján, Emilio	Universidad de Murcia	España
Torres Vargas, Georgina A.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Tsuzuki, Marcos	Universidade de São Paulo	Brasil
Vaz de Carvalho, Carlos	Instituto Politécnico do Porto	Portugal
Velázquez, Jorge	Universidad Nacional Autónoma de México	México



REVISORES ADICIONALES PARA LA REVISIÓN NO-CIEGA

Aguirre Tapia, Minerva	UANL	México
Amaya Salazar, Jhon E.	Universidad Nacional Experimental del Táchira	Venezuela
Andrade Sosa, Hugo Hernando	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Arango Marin, Jaime Antero	Universidad Nacional de Colombia Manizales	Colombia
Araujo Díaz, David	Instituto Politécnico Nacional	México
Argüelles-Cruz, Amadeo-J.	Instituto Politécnico Nacional	México
Aveleyra-Ojeda, Elizabeth	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Ballesteros, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Borroto Carmona, Gerardo	ISPJAE	Cuba
Bustos Farías, Eduardo	Instituto Politécnico Nacional	México
Cabeza, Grisel	Universidad de Oriente	Cuba
Candela Solá, Santiago	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Cardenas Aguirre, Diana Maria	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Covarrubias, Lourdes	Universidad de Colima	México
Cruz-Cortés, Nareli	Instituto Politécnico Nacional	México
Da Costa Marques, Ivan	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
Da Silva, Armstrong M.	Universidade Federal da Paraíba	Brasil
Dávila Quintero, Jacinto A.	Universidad de Los Andes	Venezuela
Delgado, Desirée	Universidad de Carabobo	Venezuela
Díaz, Diana	Universidad de Los Andes	Colombia
Do Prado, Hércules A.	Universidade Católica de Brasília	Brasil
Domínguez Mora, Ramón	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Espinel Ortega, Alvaro	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Fernández Díez, Federico	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Fernández Téllez, Arturo	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Ferneda, Edilson	Universidade Católica de Brasília	Brasil
Flores Fernández, Héctor A.	Universidad de Los Andes	Colombia
Flores Gutiérrez, Dora L.	Universidad Autónoma de Baja California	México
Fuchs Gómez, Olga L.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Gómez, Yngrid	Universidad de Carabobo	Venezuela
Gomez Vargas, Ernesto	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
González Piñeiro, Juliana	Universidad Veracruzana	México
Henao, Rodrigo	Universidad de Antioquia	Colombia
Hoeger, Herbert	Universidad de Los Andes	Venezuela
Horochowski, Rodrigo	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Hoyo, Alexander	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Lopes, Denivaldo	Universidade Federal do Maranhão	Brasil
Luaces, Patricia	Centro de Inmunología Molecular	Cuba

Martínez Martínez, Evelio	Universidad Autónoma de Baja California	México
Martínez Pérez, Rogelio	Universidad Tecnológica de Puebla	México
Martins, Fábio C.	Universidade Estadual de Londrina	Brasil
Mastachi Pérez, Marcela	Universidad Veracruzana	México
Merlotti Rodas, Cecilio	Instituto Federal de São Paulo	Brasil
Monguet Fierro, Josep M.	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Moreno Ibarra, Marco Antonio	IPN	México
Muñoz, Rodolfo V.	Universidad de Guadalajara	México
Muñoz Puerta, Giovanni	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Narváez, Adolfo	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
Oishi, Cassio	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Oliveira de Araújo Jr, Lindolpho	CEFET-MG	Brasil
Parodi, José	ALMA	Perú
De Arruda Mancera, Paulo F.	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Ricardo, Carmen	Universidad del Norte	Colombia
Rivas Trujillo, Edwin	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Rivera Rodríguez, Olga L.	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco	Colombia
Rivolta, Mercedes	Cuerpo de Administradores Gubernamentales	Argentina
Rodríguez Pérez, José L.	Universidad Nacional Experimental del Táchira	Venezuela
Serra Barreto, Alexandre	Ministério da Fazenda	Brasil
Simeoni Sousa, Fabrício	Universidade de São Paulo	Brasil
Sirvente, Francisco	Universidad Nacional de San Juan	Argentina
Stump, Sandra M. D.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Teixeira, Sergio	Universidade Católica de Brasília	Brasil
Thill, Eduardo	Jefatura de Gabinete	Argentina
Torres Jimenez, Orfa Lucia	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Torres Ovalle, Socrates	UADEC	México
Torres Rengifo, Saulo De Jesus	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Tsuzuki, Marcos	Universidade de São Paulo	Brasil
Vazquez, Gerardo	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
Vega Escobar, Adriana Marcela	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Vera Pedroza, Alejandro	Universidad Veracruzana	México
Viada, Carmen	Centro de Inmunología Molecular	Cuba



PRESIDENTE

Nagib Callaos

CO-PRESIDENTE DEL COMITÉ DE PROGRAMA

Jorge Baralt

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN PAPEL

María Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN CD

Juan Manuel Pineda

DESARROLLO, MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS

Dalia Sánchez (Coordinadora)

Keyla Guédez

Nidimar Díaz

Bebzabeth García

ASISTENTES DE OPERACIONES

Marcela Briceño

Cindi Padilla

HELP DESK

Abrahan Marín

Yulaime Padilla

ORGANIZADA POR

International Institute of Informatics and Systemics: IIIS

www.iiis.org/iiis

(Miembro de la International Federation for Systems Research, basada en Viena)



Número de Artículos por País Publicados en estas Memorias

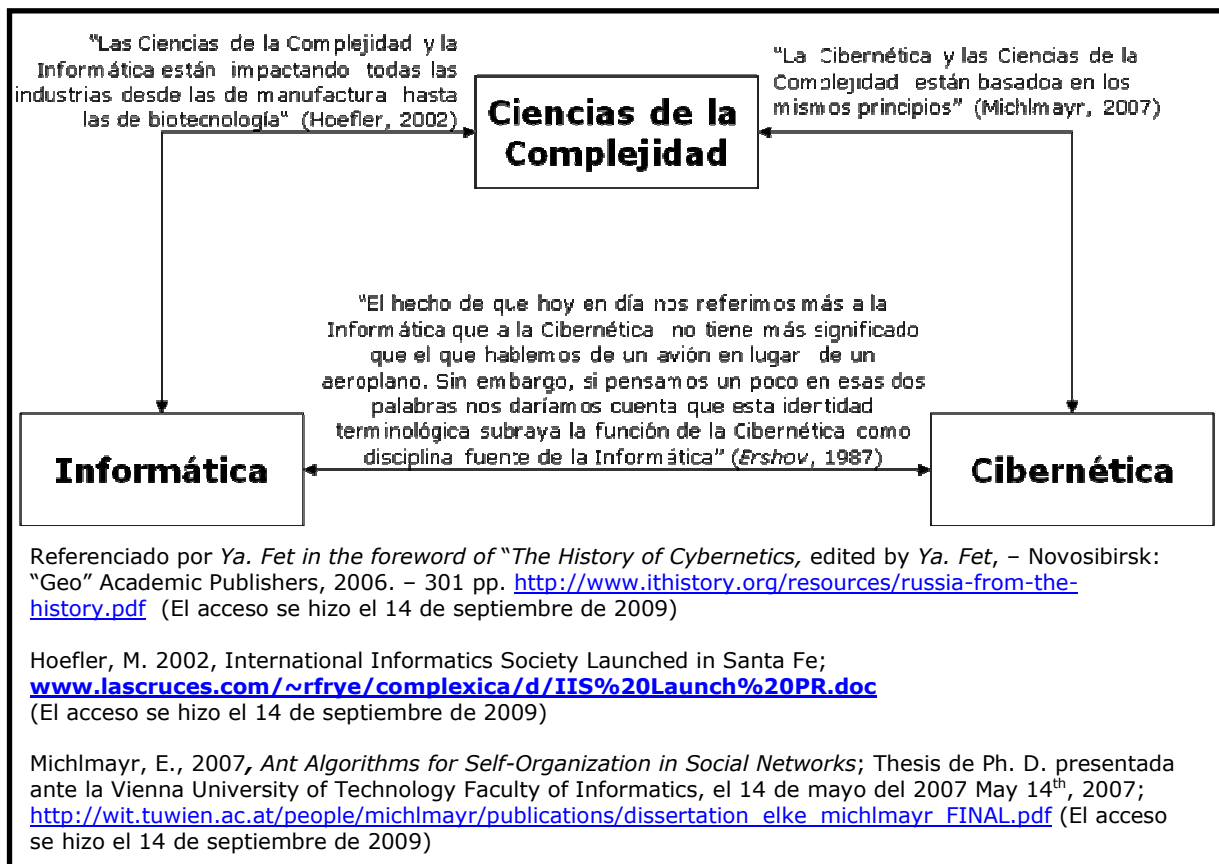
(De acuerdo a los países del primer autor de la ponencia)

País	# Ponencias	%
TOTAL	20	100,00%
México	10	50,00%
Brasil	4	20,00%
Colombia	2	10,00%
España	2	10,00%
Panamá	1	5,00%
Venezuela	1	5,00%

Prólogo

Las relaciones conceptuales e instrumentales entre las áreas de Complejidad, Informática y Cibernética están continuamente creciendo, en forma acelerada, y están emergiendo sinergias teóricas, tecnológicas y metodológicas como consecuencia de las fertilizaciones cruzadas que se están produciendo entre esas tres áreas, y entre ellas y las áreas de aplicación de las mismas.

Conceptos similares están dando soporte científico e intelectual a las Ciencias de la Complejidad y la Cibernética. Informática y Cibernética están cada vez más relacionadas a través de la computación, comunicación y control (Tecnologías de Información y Comunicación: TIC); incluso algunos autores conciben que se trata de lo mismo pero con diferentes nombres. Por otro lado, las Ciencias de la Complejidad y la Informática han estado dándose soporte recíproco en lo conceptual, metodológico y instrumental. El siguiente diagrama resume las importantes relaciones, potencialmente muy sinérgicas existentes entre estas áreas.



Consecuencia de ello es que el propósito de la Comisión Organizadora de la Conferencia Ibero-Americana en Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2012 ha sido la de reunir académicos y profesionales, investigadores y expertos de las tres áreas mencionadas

para que presenten el resultado de sus investigaciones y experiencias en un ámbito disciplinario y en un foro multidisciplinario para los efectos de un intercambio ideas y opiniones que pueda posibilitar la emergencia de analogías (fuente del pensamiento analógico y punto de entrada del pensamiento lógico), y promover la comunicación inter-disciplinaria, de manera de crear las condiciones para la formación del humus intelectual requerido para la emergencia de sinergias inter-disciplinarias y de las fertilizaciones cruzadas y de la creación de analogías creativas.

Hay varias conferencias buenas y *específicamente enfocadas en una disciplina* determinada en cada una de las tres áreas generales de CICIC 2012. También hay buenas conferencias *generales*, con una perspectiva más *general*. Ambos tipos de conferencias, las específicas y las generales, tienen audiencias típicas, con fines probablemente diferentes. Entre los objetivos del Comité Organizador de CICIC 2012 ha estado el de reunir en un mismo foro participantes de ambos tipos de audiencias, de manera que un académico, investigador o profesional en alguna o varias de las áreas de la conferencia pueda participar en una determinada disciplina y/o intercambiar conocimientos, experiencias y opiniones con participantes de otras disciplinas en un ambiente de comunicación inter-disciplinaria para los efectos de posibilitar investigaciones colaborativas entre académicos de diferentes disciplinas.

En consecuencia, se invitó a participar en CICIC 2012 a:

1. La comunidad académica y de investigadores científicos de habla hispana y portuguesa para que presenten resultados de sus investigaciones.
2. Expertos y consultores para que presenten artículos relacionados con sus experiencias profesionales, estudios de casos y diversas metodologías utilizadas en la práctica.
3. Gerentes, directores y consultores en el ámbito industrial y corporativo para que presenten trabajos relativos a estudio de casos y a soluciones concretas creadas por ellos, así como a problemas que requieren de soluciones.
4. a las empresas de desarrollo de software o de sistemas de información para que presenten sus innovaciones tecnológicas (productos, procesos y metodologías).

Por las mismas razones mencionadas arriba se decidió organizar CICIC 2012 en el contexto de la Third International Multi-Conference on Complexity, Informatics, and Cybernetics: IMCIC 2012, de manera que los participantes ibero-americanos puedan hacer sus presentaciones en sus respectivos idiomas y puedan interactuar con los autores de presentaciones similares en inglés, atender cualquier sesión en inglés que estimen importante, útil, o interesante para ellos, y asistir a las ponencias plenarias en inglés, las cuales están a cargo de investigadores, académicos y profesionales de larga trayectoria.

En nombre del Comité Organizador extendiendo nuestro cordial agradecimiento a los miembros del Comité de Programa, a los 117 evaluadores adicionales, que hicieron las revisiones en forma doblemente anónima, y a los 76 evaluadores adicionales que evaluaron trabajos en forma **no anónima**. Gracias a ellos se hizo posible la calidad alcanzada en CICIC 2012. (Algunos revisores hicieron tanto evaluaciones doblemente anónimas, como no anónimas)

Hemos recibido 65 artículos y resúmenes, para ser considerados en cuanto a su aceptación para ser presentados en CICIC 2012. En total, 193 revisores (que revisaron al menos un trabajo) hicieron 357 evaluaciones de esos 65 artículos recibidos, lo cual equivale a un promedio de 5.49 evaluaciones por artículo recibido. Todos los autores inscritos en la conferencia han recibido una clave que les dio acceso a las evaluaciones de sus artículos por parte de los revisores que recomendaron las respectivas aceptaciones de los mismos, así como a los comentarios y a la crítica constructiva que hicieron tales evaluadores. De esta manera, todos los autores de los artículos de estas memorias han tenido la oportunidad de mejorar la versión final de sus respectivos artículos en base a esas evaluaciones, comentarios y críticas constructivas.

En estas memorias hemos incluido 20 artículos que han sido aceptados para su presentación en la conferencia. Los trabajos que fueron enviados a CICIC 2012 han sido cuidadosamente revisados con las restricciones de tiempo del caso, lo cual no nos permite una revisión similar a la que se hace en el caso de las revistas especializadas. Esperamos que la mayoría de los mismos aparezcan en una forma más acabada y completa en revistas científicas. Extendemos nuestras felicitaciones a los autores de los artículos publicados en estas memorias por la alta calidad lograda en los mismos.

La tabla siguiente resume los datos arriba mencionados de CICIC 2012 junto a las otras conferencias que se realizaron simultáneamente en inglés, en el mismo sitio y durante el mismo tiempo y a cuyas sesiones tienen acceso todos los participantes de CICIC 2012

Conferencia	# de trabajos recibidos	# de revisores que han hecho al menos una revisión	# total de revisiones hechas	Promedio del número de revisiones hechas por revisor	Promedio de revisiones hechas por cada trabajo recibido	# de artículos incluidos en las respectivas memorias	% de los trabajos recibidos que han sido incluidos en las respectivas memorias
IMCIC 2011	205	461	1028	2.23	5.01	68	33.17%
ICSIT 2011	171	389	720	1.85	4.21	65	38.01%
CICIC 2011	65	193	357	1.84	5.49	20	30.17%
TOTAL	441	1043	2105	2.02	4.77	153	34.69%

Extendemos nuestra gratitud a los co-editores de estas memorias, por el trabajo, la energía y el entusiasmo demostrado en la preparación de sus respectivas sesiones.

Nuestra inmensa gratitud al profesor Jorge Baralt Presidente del Comité de Programa su enérgico dinamismo, sus pro-activos consejos, sus constantes estímulos y su capacidad de convocatoria. Gracias profesor Jorge Baralt por contribuir a esta conferencia con su gran y merecido prestigio internacional.

También queremos expresar especial agradecimiento a los profesores Andrés Tremante y José Ferrer por co-presidir la Comisión Organizadora. De igual manera extendemos nuestro más profundo agradecimiento a la profesora Belkis Sánchez por presidir tan brillante y responsablemente al comité de aceptaciones, por sus eternos desvelos por elevar la calidad

de la conferencia y por el sacrificio académico y personal que hizo para dedicarse de alma y cuerpo a la organización de la conferencia.

Asimismo extendemos nuestra gratitud a la Ing. María Sánchez, Ing. Juan Manuel Pineda, Ing. Leonisol Callaos, Ing. Dalia Sánchez, TSUs Keyla Guédez, Nidimar Díaz, Bebzabeth García, la Sra. Marcela Briceño por el soporte en los sistemas computarizados y por la elaboración de las memorias impresas y electrónicas; así como a Freddy Callaos, Abrahan Marín, Cindi Padilla, Yulaime Padilla, y al resto del personal de apoyo y de soporte secretarial, operativo y administrativo.

Profesor Nagib C. Callaos, Ph. D.
Presidente de CICIC 2012

CONTENIDO **(Edición Post-Conferencia)**

Contenido

Aplicaciones de Informática y Cibernética en Ciencia e Ingeniería

- Arango, Jaime A.; Castrillón, Omar D.; Giraldo, Jaime A. (Colombia): "Modelo de Gestión de Compras Basado en Inventarios por Demanda según Nivel de Servicio a partir de Pronósticos de Ventas" 1
- Bolívar Toledo, O.; Luengo Merino, I.; Carreras Riudavets, Fco. J. (España): "Nuevas Perspectivas en Proceso Visual: Desde la Cibernética a la Complejidad" 6
- Guerrero, Cindy E.; Pérez, José D. (Colombia): "Implementación de Matlab para el Diseño de Control Péndulo Invertido, sobre Plataforma Lego MINDSTORMS NXT" 10
- Guevara Pérez, Miguel Ángel; Hernández González, Marisela; Rizo Martínez, Lucía Ester; Robles Aguirre, Francisco Abelardo (México): "Evaluación de Funciones Ejecutivas: La Planeación, mediante HanoiPC3" 14
- Monteiro Fernandes, Jorge (Brasil): "De Santos Dumont ao Século XXI - O Brasil perdeu a Capacidade de Inovar e Gerar Riqueza?" 18
- Torres Rengifo, Saulo de Jesús *; Rodríguez Baena, Luis **; Meneses Escobar, Carlos Augusto * (* Colombia, ** España): "Un Portal con Competencias para Mejorar la Accesibilidad Web de las Personas con Discapacidad en Colombia" 24

Aplicaciones de la Cibernética en las Ciencias de la Complejidad y en Sistemas Complejos

- Dutra Moresi, Eduardo Amadeu; Santini Júnior, Nelson; Fragola, Rodrigo Jonas; Bassi, Marco César; Teixeira Alonso, José Eduardo (Brasil): "Defesa Cibernética: Um Estudo sobre a Proteção da Infra-Estrutura e o Software Seguro" 29
- Vargas, José I.; Montoya, Iván A. (Colombia): "Metodologías del Pensamiento Sistémico y su Uso en el Análisis de la Viabilidad de Organizaciones Rurales en Colombia" 35

Cibernética (Comunicación y Control)

- de Miranda e Silva Júnior, Caio Olindo (Brasil): "Teoria da Geração de Quantum Bits Emaranhados no Campo Temporal" 41
- Gómez Vargas, Ernesto; Obregón Neira, Nelson; Álvarez Pomar, Iaroslav (Colombia): "Métodos de Segmentación de Nubes en Imágenes Satelitales" 49

Silva, Karen M.; Castaño, Jairo; Arocha, Jaime; Muñoz, Giovanni (Colombia): "Propuesta Metodológica para Realizar un Estudio Etnofitopatológico" 55

Complejidad, Informática y Cibernética

Castaldo Suau, Blanca (España): "Aportes Semánticos de la Teoría General de Sistemas al Diseño Gráfico y Multimedia" 61

Gómez Barreto, Paola A.; Barón Velandia, Julio (Colombia): "Diseño de un Componente Software para el Diseño y Ejecución de Algoritmos Genéticos" 69

Olvera Ventura, Alfonso (México): "Videojuegos y Fracciones: ¿Una Razón para Jugar?" 74

Educación y Complejidad

Mastachi Pérez, Marcela; Arciga Solorio, Irene; Méndez Casanova, Elba María (México): "Complejidad, Investigación y Uso de la Tecnología, una Experiencia Educativa Innovadora en la Facultad de Pedagogía UV Campus Poza Rica" 80

Mohr Bäuml, Deisy (Brasil): "Inclusión de Personas con Discapacidad en los Sistemas Familiares - Educativos - Laborales - Sociales" 84

Vázquez Vincent, Marisol; Méndez Casanova, Elba M.; Alejandro Espinosa, Miriam (México): "Educación, Tics, y Complejidad" 88

Sistemas/Tecnologías de Información y sus Aplicaciones

Alaniz, Jorge; Valencia, José Manuel; Castillo, Cristián; Castañeda, Bereniz; Serrano, Arturo (México): "Monitoreo de Frecuencia Cardíaca a través de Dispositivos Móviles" 94

Castillo, Cristián; Valencia, José; Alaniz, Jorge; Castañeda, Bereniz; Serrano, Arturo; Osorio, Ricardo (México): "Interacción de Especialistas en Pediatría bajo el Modelo de Entorno Colaborativo Móvil" 99

Espinel Ortega, Álvaro *; Martín García, Víctor **; Vega Escobar, Adriana Marcela * (* Colombia, ** España): "Diseño de un Sistema para la Vigilancia Tecnológica de Aplicación Múltiple, con el Fin de Medir la Brecha Tecnológica en las Empresas Colombianas" 103

Guerrero, Oscar E.; Rosas, Gonzalo; Monterrosas, Alfonso; Ceja, José R. (México): "Alcance de la Producción Porcina con base en las Tecnologías de la Información" 109

Jiménez-Hernández, Eréndira M.; Orantes-Jiménez, Sandra D. (México): "Metodología Híbrida para Desarrollo de Software en México" 113

Tecnologías de la Información y Globalización Académica

Clunie B., Clifton E.; Robinson O., Lilliam N. (Panamá): "Utilización de Ontologías de Ingeniería del Software para la Evaluación de la Calidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje" 118

Méndez Casanova, Elba M.; Silva Mar, Ma. de los Ángeles; Vera Pedroza, Alejandro (México): "Modelo Formativo para la Alfabetización Audiovisual"	123
Reyes Real, Oscar B.; Deniz Guizar, Aurelio; Sosa Rodríguez, Jesús O. (México): "El Comercio Electrónico y su Impacto en las Agencias Aduanales que Operan en el Puerto de Manzanillo en México"	128
Ruiz, Elena F.; Vásquez, Leonardo D. (México): "Evaluación Adaptativa de Cálculo Diferencial con Apoyo de un Sistema Computacional a Nivel Ingeniería"	134
Ruiz Ledesma, Elena Fabiola; Carreto Arellano, Chadwick (México): "Uso de la Tecnología como Apoyo en el Aprendizaje de Cálculo"	140
Veloz, Luis A.; García, Manuel A. (Venezuela): "“Sistema Tecno-Ecológico de Admisión” de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo"	144

Aplicaciones de Informática y Cibernética en Ciencia e Ingeniería

Dutra Moresi, Eduardo Amadeu; Santini Júnior, Nelson; Fragola, Rodrigo Jonas; Bassi, Marco César; Teixeira Alonso, José Eduardo (Brasil): "Defesa Cibernética: Um Estudo sobre a Proteção da Infra-Estrutura e o Software Seguro"	29
Vargas, José I.; Montoya, Iván A. (Colombia): "Metodologías del Pensamiento Sistémico y su Uso en el Análisis de la Viabilidad de Organizaciones Rurales en Colombia"	35

Cibernética (Comunicación y Control)

de Miranda e Silva Júnior, Caio Olindo (Brasil): "Teoria da Geração de Quantum Bits Emaranhados no Campo Temporal"	41
Gómez Vargas, Ernesto; Obregón Neira, Nelson; Álvarez Pomar, Iaroslav (Colombia): "Métodos de Segmentación de Nubes en Imágenes Satelitales"	49
Silva, Karen M.; Castaño, Jairo; Arocha, Jaime; Muñoz, Giovanni (Colombia): "Propuesta Metodológica para Realizar un Estudio Etnofitopatológico"	55

Complejidad, Informática y Cibernética

Castaldo Suau, Blanca (España): "Aportes Semánticos de la Teoría General de Sistemas al Diseño Gráfico y Multimedia"	61
Gómez Barreto, Paola A.; Barón Velandia, Julio (Colombia): "Diseño de un Componente Software para el Diseño y Ejecución de Algoritmos Genéticos"	69
Olvera Ventura, Alfonso (México): "Videojuegos y Fracciones: ¿Una Razón para Jugar?"	74

Educación y Complejidad

- Mastachi Pérez, Marcela; Arciga Solorio, Irene; Méndez Casanova, Elba María (México): "Complejidad, Investigación y Uso de la Tecnología, una Experiencia Educativa Innovadora en la Facultad de Pedagogía UV Campus Poza Rica" 80
- Mohr Bäuml, Deisy (Brasil): "Inclusión de Personas con Discapacidad en los Sistemas Familiares - Educativos - Laborales - Sociales" 84
- Vázquez Vincent, Marisol; Méndez Casanova, Elba M.; Alejandre Espinosa, Miriam (México): "Educación, Tics, y Complejidad" 88

Sistemas/Tecnologías de Información y sus Aplicaciones

- Alaniz, Jorge; Valencia, José Manuel; Castillo, Cristián; Castañeda, Bereniz; Serrano, Arturo (México): "Monitoreo de Frecuencia Cardíaca a través de Dispositivos Móviles" 94
- Castillo, Cristián; Valencia, José; Alaniz, Jorge; Castañeda, Bereniz; Serrano, Arturo; Osorio, Ricardo (México): "Interacción de Especialistas en Pediatría bajo el Modelo de Entorno Colaborativo Móvil" 99
- Espinel Ortega, Álvaro *; Martín García, Víctor **; Vega Escobar, Adriana Marcela * (* Colombia, ** España): "Diseño de un Sistema para la Vigilancia Tecnológica de Aplicación Múltiple, con el Fin de Medir la Brecha Tecnológica en las Empresas Colombianas" 103
- Guerrero, Oscar E.; Rosas, Gonzalo; Monterrosas, Alfonso; Ceja, José R. (México): "Alcance de la Producción Porcina con base en las Tecnologías de la Información" 109
- Jiménez-Hernández, Eréndira M.; Orantes-Jiménez, Sandra D. (México): "Metodología Híbrida para Desarrollo de Software en México" 113

Tecnologías de la Información y Globalización Académica

- Clunie B., Clifton E.; Robinson O., Lilliam N. (Panamá): "Utilización de Ontologías de Ingeniería del Software para la Evaluación de la Calidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje" 118
- Méndez Casanova, Elba M.; Silva Mar, Ma. de los Ángeles; Vera Pedroza, Alejandro (México): "Modelo Formativo para la Alfabetización Audiovisual" 123
- Reyes Real, Oscar B.; Deniz Guizar, Aurelio; Sosa Rodríguez, Jesús O. (México): "El Comercio Electrónico y su Impacto en las Agencias Aduanales que Operan en el Puerto de Manzanillo en México" 128
- Ruiz, Elena F.; Vásquez, Leonardo D. (México): "Evaluación Adaptativa de Cálculo Diferencial con Apoyo de un Sistema Computacional a Nivel Ingeniería" 134
- Ruiz Ledesma, Elena Fabiola; Carreto Arellano, Chadwick (México): "Uso de la Tecnología como Apoyo en el Aprendizaje de Cálculo" 140

Veloz, Luis A.; García, Manuel A. (Venezuela): "“Sistema Tecno-Ecológico de Admisión” de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo"	144
Índice de Autores	151

Modelo de Gestión de Compras basado en Inventarios por Demanda según Nivel de Servicio a partir de Pronósticos de Ventas

Jaime A ARANGO

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Bloque Q Campus La Nubia, Manizales, Colombia
jaarangom@unal.edu.co

Omar D CASTRILLÓN

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Bloque Q Campus La Nubia, Manizales, Colombia
odcastrillong@unal.edu.co

y

Jaime A GIRALDO

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Bloque Q Campus La Nubia, Manizales, Colombia
jaiagiraldog@unal.edu.co

RESUMEN

Este trabajo propone un modelo integrado de gestión de compras optimizando el nivel de inventarios. Se parte de un modelo de pronósticos por el algoritmo de Holt-Winters para establecer la demanda futura. Los niveles de inventario se determinan según el nivel de servicio deseado de acuerdo a la clasificación ABC de los productos. Se ajusta el pronóstico para el tiempo de aprovisionamiento previsto incrementado lo suficiente para que la probabilidad de que se cumpla sea igual al nivel de servicio deseado. Se aplica un modelo de inventarios por demanda probabilístico. La implementación del modelo en empresas comerciales y de servicios ha generado importantes ahorros en capital de trabajo y mejoras en los niveles de servicio. Se pudo demostrar que el modelo propuesto mejora el nivel de servicio con el mismo valor de los inventarios y reduce los rompimientos de inventario sin necesidad de incrementar el capital de trabajo invertido en los inventarios. Como línea de trabajo futuro, se recomienda adaptar el modelo a los entornos industriales.

Palabras Clave: Pronósticos, Inventarios, Compras, Nivel de Servicio, Holt-Winters.

1. INTRODUCCIÓN

En la dinámica actual de la industria y de las cadenas de suministro, la gestión de los inventarios ha pasado a ser un factor crítico de éxito, dado su notable impacto en las finanzas corporativas por el nivel de capital de trabajo que involucran y también por su incidencia en el servicio oportuno al consumidor. Cada día es más importante tener el inventario justo que permita servir las necesidades de los clientes sin aumentar demasiado la inversión requerida.

En el pasado, el modelo tradicional EOQ (Lote económico de pedido), que consideraba un equilibrio entre los costos de pedir y de almacenar, guiaba las decisiones de compra para muchas compañías. Hoy por hoy, los modelos tradicionales de cálculos de lote económico requieren una revisión en sus postulados iniciales, dado que las tecnologías de información y comunicaciones, la evolución de las cadenas de suministro y las condiciones de los negocios han hecho que los costos de pedir tiendan a cero (basta con llenar un formulario en la red o hacer una llamada), mientras que los costos de mantener inventarios se acrecientan por las limitaciones de espacio y los altos riesgos de obsolescencia y deterioro de las mercancías.

Hasta hace unos años era casi imposible tener un control permanente sobre las existencias de los productos, lo que

obligaba al cálculo de periodos óptimos de revisión para tomar decisiones de reposición. La revisión de los stocks ya puede ser permanente, gracias a la asistencia de los sistemas informáticos, mientras que los tiempos de suministro tienden a cambiar por el avance de los sistemas logísticos y por la globalización.

La información de base para la planeación de inventarios en la actualidad debe tener la suficiente dinámica para adaptarse a los movimientos de los mercados. Los modelos probabilísticos tienden a tener un mayor nivel de aproximación, en la mayoría de los casos, a las circunstancias del mundo real. Partir de modelos confiables de pronósticos es una buena estrategia para hacer una previsión realista de las necesidades futuras de inventarios y evitar tanto los excesos como los faltantes.

En el presente trabajo se expone una metodología de planeación del abastecimiento para empresas comerciales e industriales con un modelo probabilístico de inventarios por demanda, gobernado por niveles de servicio diferenciales según una clasificación ABC por volumen de ventas, a partir de una previsión de la demanda alimentada por el modelo de pronósticos de Holt-Winters que considera suavización exponencial, tendencia y estacionalidad. El objetivo es minimizar el capital de trabajo invertido en inventarios, teniendo como restricción principal el cumplimiento de niveles de servicio prefijados por la compañía.

2. ESTADO DEL ARTE

La temática de la gestión de los inventarios y las compras, así como la de los pronósticos de ventas han sido temas de estudio de los investigadores, desde hace bastante tiempo. Los trabajos más recientes en modelos de pronósticos y control de inventarios integran generalmente ambas temáticas y en ocasiones proponen mejoras o alternativas a los algoritmos clásicos. Teunter et al [9] han propuesto un nuevo método para pronosticar demanda intermitente. Ferbar [2] indica un procedimiento para integrar el modelo de inventarios a los pronósticos y optimizar integralmente sus parámetros y sus valores iniciales. Syntetos et al [8] revisaron los modelos aplicables a bodegas mayoristas con un estudio de caso. Tiacci & Sietta [10] demostraron que un modelo de pronósticos no se debe evaluar sólo por la minimización del error sino que también debe considerarse el efecto en los costos y en el nivel de servicio. Hernández et al [4] [5] implementaron un modelo multinivel asumiendo demanda constante. Little et al [6] proponen una política de optimización de los stocks de seguridad basada en restricciones. Snyder [7] describió un sistema de inventarios con pronósticos basados en pronósticos por suavización exponencial.

3. CONTRIBUCIÓN DE ESTE TRABAJO

Este trabajo detalla un procedimiento completo de gestión de inventarios partiendo de un pronóstico de la demanda y un cálculo del inventario óptimo a partir de niveles de servicio diferenciales según la importancia relativa de los productos permitiéndole a las compañías que lo han implementado reducir sus costos de inventario y mejorar sus niveles de servicio a los clientes. Esta metodología permite mejorar la gestión de inventarios y compras aplicando algoritmos matemáticos eficientes que requieren sin embargo, un uso intensivo de sistemas de cómputo, dados los volúmenes de datos que se deben procesar.

4. MODELO MATEMÁTICO

Suponemos que una empresa desea saber las cantidades a comprar, para mantener actualizado su inventario. Las políticas de la empresa determinan un objetivo de nivel de servicio deseado. Se conocen los tiempos de aprovisionamiento y el tiempo que hay entre un pedido y otro. Se conocen también los volúmenes de venta de cada producto en un espacio de tiempo suficiente como para proyectar el comportamiento hacia el futuro inmediato. El resultado esperado es una lista de los productos y las cantidades a pedir en un periodo dado. La empresa efectúa esta previsión con frecuencia para mantener actualizado su inventario.

Para proyectar la demanda, se parte de pronósticos de ventas calculados con el procedimiento de Holt-Winters. (Una explicación mucho más completa y detallada se puede encontrar en [3]).

El pronóstico en el Modelo Holt-Winters se calcula aplicando las siguientes fórmulas:

$$A_t = \alpha * (Ventas_t / I_t) + (1 - \alpha) * (A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta * (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1}$$

$$I_t = \lambda * (Ventas_t / A_t) + (1 - \lambda) * I_t$$

$$Y_{t+i} = (A_t + i * T_t) * I_{t-l+i}$$

Donde:

- A_t = Base del pronóstico (Nivel de ventas cuando $t = 0$).
- α = Factor entre 0 y 1 para ponderar la base del pronóstico.
- t = periodo de tiempo considerado.
- $Ventas_t$ = Ventas reales del período t .
- I_t = Factor de estacionalidad del período t .
- T_t = Tendencia de las ventas en el periodo t .
- β = Factor entre 0 y 1 para ponderar la tendencia.
- λ = Factor entre 0 y 1 para ponderar la estacionalidad.
- i = Índice del período para el que se está pronosticando a partir del período actual.
- l = Número de períodos en el ciclo estacional.
- Y_t = Pronóstico para el período t .

Para aplicar las fórmulas se deben considerar al menos 2l periodos previos de Ventas, que permitan ajustar los valores de los diferentes componentes del modelo. Un estudio previo habrá permitido conocer la longitud del periodo estacional (l), así como los valores iniciales de los factores estacionales de cada período (I_t), el valor inicial del intersepto (A_0) y de la tendencia (T_0). Usando un modelo de investigación de operaciones, se pueden optimizar los valores de los factores α , β y λ , de tal manera que se minimice el error del modelo (la diferencia entre el valor pronosticado y el valor real), considerando un indicador como el error medio al cuadrado (MSE o EMC), la diferencia absoluta media (MAD o DAM), o el porcentaje del error medio absoluto (MAPE o PEMA), como función objetivo. Esa optimización se puede hacer al iniciar el modelo por primera vez y mantener los parámetros para las siguientes aplicaciones. Es conveniente, sin embargo, revisar los factores y volver a correr la optimización con alguna frecuencia.

La implementación informática del algoritmo requiere algunos refinamientos. Por ejemplo, en los datos de entrada se deben aplicar límites de control a 3 desviaciones estándar arriba y debajo de la media, para remplazar datos atípicos que pueden afectar el cálculo final del pronóstico. En bases de datos muy grandes de empresas con un portafolio muy amplio pero de alta rotación, que tienen estacionalidades muy largas, a veces es necesario mantener pre-procesada parte de la información, de tal manera que al hacer el pronóstico solo se deba actualizar la información del día presente. Cuando es posible se almacenan junto con los datos del producto los últimos valores calculados de Y_t , A_t , T_t e I_t ; de tal manera que solo se deba procesar el nuevo valor de Ventas_t. La necesidad de información instantánea en entornos de grandes volúmenes de datos, implica tener estrategias que permitan la agilidad en la respuesta.

El modelo Holt-Winters debe dar como resultado, los pronósticos para los periodos equivalentes al tiempo entre pedidos más el tiempo de aprovisionamiento. Se debe calcular la desviación estándar de las ventas de los últimos 2l periodos (o mejor aún, los que hayan sido considerados en el cálculo de los pronósticos): La suma de los pronósticos correspondientes al tiempo entre pedidos más el tiempo de aprovisionamiento debe incrementarse en z desviaciones estándar, donde z es el valor de referencia de la distribución de probabilidad normal con media = 0 y desviación estándar = 1, cuya probabilidad es igual al nivel de servicio deseado. Esta estrategia supone que los datos siguen una distribución normal, lo que se puede asumir siguiendo el teorema central del límite.

El nivel de servicio debe ser diferencial, según la clasificación ABC de los productos, que debe recalcularse con frecuencia. Para hacer la clasificación, se ordenan los productos de acuerdo a su volumen esperado de ventas de mayor a menor y se calcula el porcentaje acumulado con respecto a las ventas totales esperadas.

Los porcentajes pueden variar según políticas de cada empresa. Si nos basamos en el principio de Pareto (80/20), los productos que estén en el rango de 0% a 80% en la suma acumulada se consideran inventario tipo A. De 80% a 96% se considera inventario tipo B y de 96% a 100% es inventario tipo C. Para los productos tipo A se debe buscar un altísimo nivel de servicio (por ejemplo 97%), para los productos tipo B un nivel de servicio un poco menor (95% por ejemplo) y para los productos tipo C, un nivel de servicio más modesto (90% por ejemplo).

Los valores resultantes corresponde a las existencias que se deben tener en inventario para cubrir la demanda, por lo tanto, para calcular la cantidad a comprar, es necesario restarle las existencias actuales y los pedidos pendientes próximos a llegar para calcular la cantidad a comprar.

Cuando un producto ha estado agotado en el proveedor por un tiempo prolongado, es posible que sus valores de ventas se pierdan y no se tengan en cuenta en los pronósticos, lo que puede hacer que se tarde en recuperarse su dinámica normal en el sistema de inventarios. Puede ser necesario un método de marcado en la base de datos que identifique esas circunstancias y recupere la historia comercial del producto una vez se reactive en el mercado.

5. EJEMPLO NUMÉRICO

Supongamos un producto cuya demanda en los últimos 12 periodos ha sido:

Periodo	Ventas
1	416
2	769
3	812
4	786
5	539
6	591
7	833
8	613
9	473
10	586
11	830
12	619

La estacionalidad es de 4 periodos. Los parámetros principales del modelo Holt-Winters son:

Parámetro	Valor
α	0,0111
β	0,9990
λ	0,1849
I_1	0,6986
I_2	1,0002
I_3	1,2376
I_4	1,0637

Partiendo con un A_t calculado en 676 y un T_t de -10,4, aplicando las fórmulas, los pronósticos para los siguientes 4 periodos serían entonces: 450, 621, 783 y 650. Si el producto es clase A y se busca un nivel de servicio del 95% para esa categoría, la constante es 1,64 (según la distribución normal estándar); la desviación estándar (σ)

es de 145,45, el lead time es de 1 periodo y la frecuencia entre pedidos es de 2 períodos; entonces la cantidad a tener en existencia debe ser, teniendo en cuenta 3 períodos completos (1 de LT y 2 de frecuencia) : $(450 + 621 + 783) + 1,64 * 145,45 = 1615$. Si la existencia actual del producto es de 1000 unidades, la cantidad a pedir será: 615 unidades.

6. RESULTADOS

El modelo descrito ha sido aplicado con éxito en la gestión de ventas e inventarios de un concesionario de venta de vehículos (La descripción detallada de esa experiencia ha sido presentada en [1]). También se ha aplicado en una red de venta de repuestos para automotores, en una cadena de droguerías de venta al detal y en una bodega de distribución mayorista de medicamentos.

Se ha podido apreciar que con igual rotación de inventarios que la que se tenía antes de aplicar el modelo, es posible tener un mejor nivel de servicio directo del inventario, aplicando el modelo de inventarios propuesto. Por ejemplo, en uno de los casos, el modelo previo (basado en promedios móviles) registraba 1888 rompimientos de inventario entre dos pedidos consecutivos y un nivel de servicio promedio del 85,81% a partir del inventario con una rotación de 49,42 días en promedio. La figura 1 muestra que el modelo propuesto llega a un nivel de servicio del 96% a partir del inventario y apenas 110 rompimientos de inventario con los mismos 49,42 días promedio de inventario a partir del nuevo modelo de sugerido.

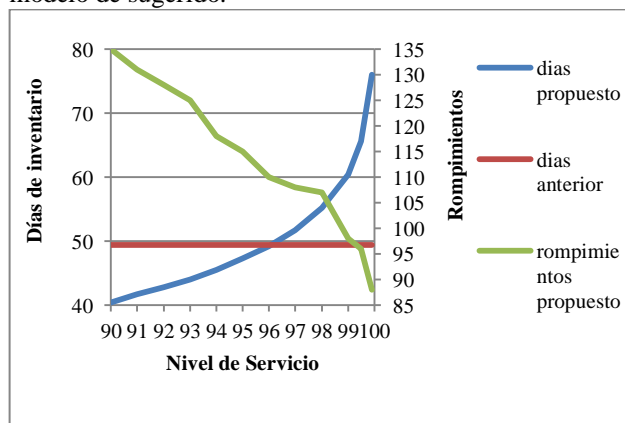


Fig. 1. Días de Inventario y rompimientos según nivel de servicio (modelo anterior y modelo propuesto).

Con base en los mismos datos, también se puede determinar que con el mismo costo de capital de trabajo invertido en inventarios se puede tener un nivel de servicio más alto que el actual. El siguiente gráfico permite apreciar que al costo que tenía el inventario anterior se pudo llegar a un nivel de servicio del 96% con el modelo propuesto de manejo de inventarios.

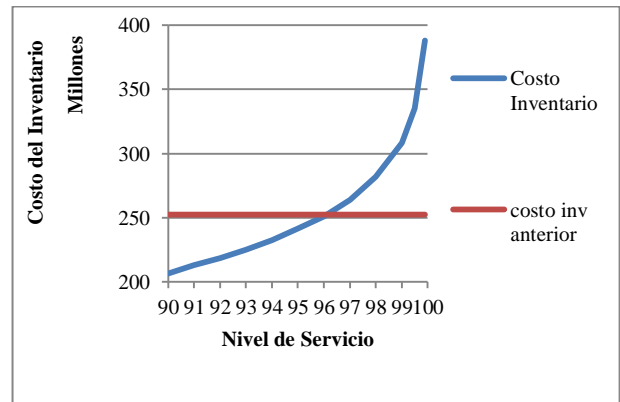


Fig 2. Costo de Inventario vs Nivel de servicio (Modelo anterior y modelo propuesto)

7. CONCLUSIONES

Se ha propuesto un modelo de manejo de compras e inventarios que supone demanda incierta, aplicando pronósticos por el algoritmo de Holt-Winters y un sistema de inventarios por demanda estocástico guiado por el nivel de servicio como parámetro para calcular las cantidades a comprar de cada producto. El modelo usa la clasificación ABC por volumen de los productos para permitir un mayor nivel de servicio resultante con menor costo. Los resultados de su implementación en empresas comerciales y de servicios han sido satisfactorios y muestran que se puede tener un mayor nivel de servicio con los mismos costos o menores costos brindando el mismo nivel de servicio previo.

La implementación informática de esta solución, aunque no requiere cálculos demasiado complejos, si implica tener en cuenta estrategias que permitan la generación de información confiable con tiempos de respuesta adecuados a la dinámica de los procesos de aprovisionamiento y gestión de las existencias. La integración de la solución a la base de datos de la empresa donde reposa la información comercial y financiera es vital para la actualización permanente de la información y la agilidad y confiabilidad de los resultados.

Futuros trabajos podrían concentrarse en aplicar el modelo a los inventarios de empresas industriales considerando las condiciones de los entornos productivos en cuanto a tiempos y limitaciones de su gestión de inventarios.

8. RECONCIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia, cuyo apoyo para esta investigación ha sido indispensable para llevarla a cabo con todo éxito. Este trabajo hace parte del desarrollo de la tesis doctoral del autor Jaime Antero Arango Marín.

9. REFERENCIAS

- [1] J. A. Arango M., S. Torres, L. E. González, Modelo Matemático para Optimizar la Gestión de Compras e Inventarios de Vehículos Nuevos para un Concesionario de Automotores en Colombia. Presented at XVIII SIMMAC Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias, San José, Costa Rica 21-24 Febrero, 2012.
- [2] L. Ferbar T., Joint optimisation of demand forecasting and stock control parameters, *International Journal of Production Economics* 127, 2010, Pp. 173-179.
- [3] J. E. Hanke, D. W. Wichern, Dean W., *Pronósticos en los Negocios*, Octava Edición, Pearson Prentice Hall, México, 2006, 552 p.
- [4] P. C. Hernández, C. A. Amaya, N. Velasco, Modelo de coordinación de inventarios en la cadena de abastecimiento de medicamentos de un hospital público, *Los cuadernos de PYLO – Logística Hospitalaria*, Universidad de Los Andes, 2008.
- [5] P. C. Hernández, N. Velasco, C. A. Amaya, Modelo para el Manejo Eficiente de Inventarios en la Cadena de Abastecimiento de Medicamentos del Hospital El Tunal, *Los cuadernos de PYLO – Logística Hospitalaria*, Universidad de Los Andes, 2007.
- [6] J. Little, B. Coughlan, Optimal inventory policy within hospital space constraints, *Health Care Manage Sci* 11, 2008, pp. 177–183.
- [7] R. D. Snyder, A. B. Koehler, J. K. Ord, Forecasting for inventory control with exponential smoothing, *International Journal of Forecasting* 18, 2002, pp. 5-18
- [8] A. A. Syntetos, M. Z. Babai, J. Davies, D. Stephenson, Forecasting and stock control: A study in a wholesaling context, *International Journal of Production Economics* 127, 2010, Pp. 103-111.
- [9] R. H. Teunter, A. A. Syntetos, M. Z. Babai, Intermittent demand: Linking forecasting to inventory obsolescence, *European Journal of Operational Research*, 214, 2011, Pp. 606–615.
- [10] L. Tiacchi, S. Saetta, An approach to evaluate the impact of interaction between demand forecasting method and stock control policy on the inventory system performances, *International Journal of Production Economics*, 118, 2009, Pp. 63–71.

Nuevas perspectivas en Proceso Visual: desde la Cibernética a la Complejidad

O. Bolívar Toledo, I. Luengo Merino y Fco. J. Carreras Riudavets.

Departamento de Informática y Sistemas
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Islas Canarias, España

RESUMEN

El carácter multidisciplinar de la Cibernética y la aplicación de principios similares de teoría de la comunicación y de la teoría de sistemas, tanto al estudio de los seres vivos como a los procesos automatizados, propiciaron un nuevo enfoque en el estudio del sistema nervioso. De la misma manera, este trabajo sugiere, que el carácter en este caso transdisciplinar de la complejidad, puede conducir a una postura unificadora del proceso visual con un enfoque integrador del conocimiento en torno al mismo.

Se presentan las ideas fundamentales del nuevo paradigma de la complejidad en un ámbito muy concreto como es el proceso visual en los seres vivos y se exploran las características fundamentales de los mecanismos atencionales a la luz de los conceptos asociados a esta nueva disciplina.

Palabras Clave: Complejidad, Cibernética, Procesos Visuales, Procesos Cooperativos. Atención Visual.

1. INTRODUCCIÓN

En la década de los 40, Norbert Wiener sugirió que “las tierras de nadie”, esas fronteras difusas existentes entre los grandes cuerpos del saber, eran las zonas más fecundas y en las que tendrían lugar los avances científico-técnicos en un futuro. Así ha sido, y desde entonces han surgido nuevos paradigmas, como la teoría de la Complejidad, la Teoría de la Información y la Teoría del Caos, que de alguna manera están influyéndose mutuamente y propiciando sinergias interdisciplinarias de gran alcance. Este trabajo pretende exponer y/o resumir las ideas fundamentales de este enfoque holístico y complejo en un ámbito muy concreto como es el proceso visual en los seres vivos y sus contrapartidas artificiales.

Desde un punto de vista formal, la cibernética trata de la aplicación de los conceptos de comunicación, proceso de datos y decisión, al ámbito de los seres vivos [1]. Los conceptos iniciales fueron la realimentación, el control, la lógica neuronal simbólica, los modelos de conocimiento y la teoría de la información sintáctica. Posteriormente, con las nuevas herramientas de proceso simbólico, se integraron los conceptos

de jerarquía, generación de universales, mecanismos de cooperación, algoritmos de decisión y otros. En los momentos actuales, en los que el método científico clásico y su enfoque reduccionista parecen haber entrado en crisis al no ser capaz de explicar a partir de enfoques individuales una gran variedad de fenómenos complejos [2], es necesario la integración de todos los conceptos anteriores en una nueva metodología científica, transparente y práctica, que incluya conceptos relacionados con las dinámicas de atractores, de la autoorganización, de los sistemas disipativos y no lineales, de las roturas de simetría en condiciones alejadas del equilibrio y de la emergencia de nuevos fenómenos a partir de redes y de interacciones [3]. La teoría de la complejidad podría constituir el eje fundamental para dicho objetivo, debido a que las ciencias de la complejidad y la cibernética están basadas en principios muy similares.

En 1960, cuando Wiener estudió los reguladores del sistema nervioso central como una cadena de retroalimentación homeostática basada en señales, surgió la idea de comparar la transmisión de señales, tanto de naturaleza humana como de naturaleza artificial por medio de impulsos eléctricos. Se trataba de una ciencia multidisciplinar para el análisis de los procesos similares que se dan en los seres vivos y en las máquinas, como son el control de la información y las comunicaciones. Según Wiener “cualquier organismo mantiene su coherencia de acción merced a la posesión de medios para la adquisición, uso, retención, y transmisión de la información”. Sin embargo, la aplicación de la teoría de la información en biocibernética es uno de los ejemplos claros de error tanto en la asignación de variables como en el cambio de nivel al interpretar resultados [4]. Un caso extremo y frecuente es pretender construir modelos funcionales del cerebro partir de registros EEG de la actividad nerviosa individual.

Casi nunca es posible entender un sistema complejo de cualquier tipo como una simple extrapolación de las propiedades de sus componentes elementales. Si queremos comprender totalmente un sistema tan complicado como el sistema nervioso, un embrión en desarrollo, una botella de gas, e incluso un gran programa de ordenador, debemos estar preparados para admitir diferentes clases de explicación a distintos niveles de descripción, engarzados, al menos en principio, en una totalidad integradora.

La teorización sobre el sistema nervioso viene limitada, a priori, por las herramientas conceptuales y formales usadas en su construcción [5]. Durante los años 50 y 60 con el objetivo de un mejor entendimiento del sistema nervioso, se suscitó un enorme interés en la utilización de conceptos de lógica, teoría de sistemas, computación, proceso de información y transmisión de señales. A comienzos de los años 70, al reflexionar sobre este tipo de problemas, fue viéndose que faltaba algo muy importante en las disciplinas de la neurofisiología y la psicofísica. La observación fundamental es que la tarea de ambas consiste en *describir* la conducta de las células o de los sujetos, pero no en *explicarla*: encontrar un detector de manos no nos permite programar ninguno. Sin embargo, en las últimas décadas, nos encontramos en los “albores de una revolución científica y teórica” según T. Kuhn [6], a partir de la cual las ciencias que subyacen en la comprensión y construcción de la mayoría de los sistemas bio-inspirados, son las ciencias de la complejidad. Se trataría entonces de la comprensión, y explicación del sistema nervioso a partir de la interacción no lineal de subsistemas complejos, adaptables a entornos cambiantes y cargados de incertidumbre y sin un control global. [7]

Dentro de esta perspectiva, el nuevo paradigma de la complejidad y su enfoque transdisciplinar (en vez del clásico interdisciplinar), puede conducirnos a una postura unificadora del sistema nervioso, y por tanto del proceso visual, que establezca puentes de unión entre los distintos niveles de organización y que genere un enfoque integrado del conocimiento.

Al mismo tiempo, la consideración de nuevos conceptos como los de atractores o focos activos, las fluctuaciones, la fractalidad, la coevolución de distintos subsistemas, etc., nos permitirá añadir nuevas dimensiones y abordar desde otras perspectiva fenómenos como la atención visual, la tolerancia frente a fallos, la reversibilidad y la computación cooperativa, entre otros.

2. PERSPECTIVA CIBERNÉTICA DEL PROCESO VISUAL

El sistema visual, en cuya actividad están involucradas aproximadamente un cuarto aproximadamente de todas las células de la corteza visual humana, ha sido una de las áreas más retadoras y fructíferas de la investigación multidisciplinar a través de los tiempos. De hecho se ha realizado más investigación en este campo que en todos los demás juntos.

Se estima que aproximadamente el 80% de la información que obtenemos del mundo exterior nos llega a través de los ojos, de los cuales salen más fibras nerviosas que de cualquier otro órgano sensorial con destino el cerebro. Gran parte de nuestro proceso mental, incluida la memoria, basa su actuación fundamentalmente en la visión.

La generalización y sistematización completa de los conceptos implícitos en una teoría del proceso visual, ni tan siquiera a nivel retinal, ha podido ser realizada por anatomistas ni neurofisiólogos, posiblemente por no poseer-o quizás no estar interesados en ello, las herramientas de las nuevas ciencias de la complejidad. Los aspectos puramente temporales de la formulación matemática de dicha teoría caerían de lleno dentro de la teoría general del análisis de sistemas, pero la dificultad más importante reside en el carácter no lineal de los procesos espacio temporales de las neuronas.

El estudio de los procesos de información a lo largo del sistema visual se ha centrado en el estudio y la investigación de los modelos de los organismos vivos con objeto de explicar estos sistemas y hallar nuevas ideas para desarrollar nuevos experimentos biológicos. La biocibernética y la biónica, como caras que son de una misma moneda, han tratado de explicar los sistemas biológicos y de plasmarlos en sistemas físicos. Desde el punto de vista artificial, la tarea subyacente del proceso visual, es la de obtener de modo fiable las propiedades del mundo a partir de las imágenes obtenidas de él. El proceso visual presenta dos características iniciales de importancia. Primero el requisito de que la información extraída sea útil para los fines de un sistema mas amplio que incluya al visual como parte, y segundo, la reducción en general drástica de la información contenida en las imágenes, con el propósito de que se mantenga solo aquella información relevante para los fines del sistema total [8].

Desde el punto de vista de la cibernética, la tarea de modelización de la visión natural consiste en el desarrollo de una teoría efectiva sobre cómo se construye la representación visual invariante del mundo exterior. Asimismo, la solución de los problemas asociados al reconocimiento visual, exige, como ha sido reiteradamente demostrado [9], el uso de la información multisensorial para la elaboración de un modelo del medio, que en definitiva es algo así como una estructura del conocimiento, de naturaleza relacional, donde las pistas iniciales proporcionadas por las modalidades sensoriales, son usadas, a través de mecanismos cooperativos para actualizar su estructura e indagar en el mundo exterior, requiriendo mas información de las modalidades sensoriales.

Sin embargo, a pesar del enorme interés práctico y del considerable esfuerzo que se ha dedicado y se dedica al estudio de la visión, las cuestiones globales en el reconocimiento de formas visuales parecen aún lejos de ser resueltas de forma satisfactoria, ni siquiera en los niveles primarios, en donde si han tenido éxito otra área como la adquisición, reconocimiento y reproducción sensorial, reconocimiento y síntesis del habla, etc. Los métodos heurísticos de Inteligencia Artificial han proporcionado reglas "ad hoc" para resolver ciertos problemas concretos en visión, que a su vez han inspirado la investigación y experimentación en neurofisiología, en psicofísica y en percepción visual, y viceversa; sin embargo, el problema de la

visión mecanizada tal como es entendido y utilizable a niveles altos (nivel cortical en el ser humano), exige indudablemente el considerar la integración multisensorial y utilizar el conocimiento global del medio por parte de un sistema perceptual complejo, como parte esencial en el reconocimiento visual, incluyendo un modelo del medio, estrategias de acción aprendidas o impresas y reglas basadas en mecanismos cooperativos.

3. LA TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD Y EL PROCESO VISUAL

En los últimos años se ha reabierto un nuevo frente de discusión de naturaleza transdisciplinar que insiste en la necesidad de reformular el pensamiento y el conocimiento sobre la base del paradigma de la complejidad [10]. La nueva concepción multidimensional e integradora de este paradigma establece puentes entre los distintos niveles de organización de un sistema generando enfoques integrados del conocimiento [11]

Desde esta nueva perspectiva epistemológica, basada en conceptos de la teoría del caos, de la teoría de atractores, la geometría fractal, la teoría de la autopoiesis, la autoorganización, las estructuras disipativas, etc, podemos profundizar y replantear muchos problemas relacionados con los procesos de Percepción Visual, que tan lejos están de ser resueltos de forma satisfactoria.

Uno de los aspectos más controvertidos en visión natural y por tanto también en visión artificial es el de la atención visual. La capacidad para discriminar ciertos parámetros cuya importancia viene determinada por las necesidades del sistema global (animal o robot) y localizar que parte de esta información es significativa, es crucial tanto en sistemas naturales como artificiales.

La naturaleza plural de los mecanismos atencionales ha dado lugar a que se hayan formulado múltiples descripciones de los mismos, tanto desde el punto de vista neurofisiológico como psicológico [12]. Pero sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos realizados desde distintos niveles explicativos, la controversia inicial planteada por James [13] sobre si la atención es un mecanismo "causal" (un agente), o si en cambio se trata de un "efecto" determinado por procesos selectivos, aún no ha sido resuelta de forma satisfactoria [14].

Desde un punto de vista computacional, la mayoría de los resultados experimentales confirman la tendencia a considerar un marco en el que tengan cabida dos estrategias atencionales: una primera estrategia bottom-up, basada en la propia escena visual [15], que proporcionaría un mapa topográfico de pistas destacadas, seguida por otra estrategia top-down, basada en mecanismos de mas alto nivel, que proporcionaría pistas

dependientes de la tarea en cuestión. Desde el punto de vista de la teoría de la complejidad, ciertas características del entorno visual se convertirían, de forma mas o menos automática, en un **atractor de atención**, dando lugar a localizaciones destacadas o sobre-salientes, mientras que otras localizaciones requerirían un esfuerzo volitivo en ser atendidas. Tal y como sugieren [16] ambos mecanismos podrían operar en paralelo. Lo que parece evidente, es que la tradicional dicotomía automaticidad/control ha de concebirse más bien como un continuum y que los procesos denominados automáticos también están sujetos de alguna manera a una forma de control.

La geometría fractal también nos permite profundizar en los mecanismos atencionales. De esta forma, las denominadas Transformaciones Foveales [17], mediante las cuales podemos detectar y localizar regiones de interés dentro de un campo visual, podemos considerarlas como representaciones fragmentadas o irregulares definidas a diferentes escalas y definidas por algoritmos recursivos.

Por otro lado, el hecho de que nuestro sistema visual consiga procesar información no seleccionada [18] y poner en marcha independientemente del control atencional distintos procesos no solo de revisión sino de interferencias que afectan a la percepción y a la acción, pone de manifiesto la naturaleza disipativa del proceso atencional, el cual además de realzar la información relevante, actúa inhibiendo la potencialmente distractora.

Otro de los aspectos del proceso visual que puede ser reinterpretado según a teoría de la complejidad es el relativo a la organización y computación cooperativa de los campos receptivos a lo largo del camino visual. Así, desde los receptores a las células ganglionares el proceso puede ser explicado adecuadamente a partir de filtros espacio temporales de naturaleza lineal o no, estructurados en campos receptivos centro periferia y computaciones de tipo analógico, mientras que a nivel cortical, es más apropiada una formulación híbrida basada en una combinación de operadores locales y reglas de inferencia condicionales. De esta manera, la modelización a partir de procesos cooperativos y la reorganización topográfica de los patrones de conectividad de los campos receptivos, permite explicar muchas propiedades inherentes a la percepción visual como son el umbralizado adaptivo, la segmentación de imágenes, el proceso de texturas y otros problemas cuya formulación requiere tanto de enlaces dinámicos como de integración de características de bajo nivel.

En definitiva, lo que parece estar fuera de toda duda, es que en la actualidad no existe una única herramienta formal para representar ciertos códigos genuinos del sistema nervioso. Existen niveles del mismo cuya lógica está aún por descubrir. En palabras de K. Craik: *"En vez de ser nuestra teoría tan amplia como la realidad, nuestra percepción de la realidad es tan estrecha como nuestra teoría. Por eso ambas coinciden."*

En este sentido, los conceptos inherentes a la teoría de la complejidad podrían proporcionar pistas para ampliar nuestro conocimiento y percepción de la realidad.

REFERENCIAS

- [1] N. Wiener, “Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas” [1948].
- [2] N. A. Gómez Cruz, C. E. Maldonado. “Sistemas Bioinspirados: un marco teórico para la ingeniería de sistemas complejos”. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2011. Doc. de Investigación 112. [2011].
- [3] E. Morín. “La epistemología de la complejidad” *Gazeta de Antropología*. N° 20. Artículo 02. [2004]
- [4] J. Mira Mira, R. Moreno-Díaz. “Biocibernética: Implicaciones en biología, medicina y tecnología”. Siglo XXI de España Editores. [1984]
- [5] J. Mira & A.E. Delgado. “Neural Modeling in Cerebral Dynamics”. *BioSystems* Vol 71, pp 133-144 [2003]
- [6] T. Kuhn, “La estructura de las revoluciones científicas”. México D.F.: Fondo de Cultura Económica. [1971]
- [7] S. Wolfram “Approaches to Complexity Engineering”. *Physica. D* 22, 385-399
- [8] R. Moreno Díaz, J. Mira,: “Un marco teórico para interpretar la función neuronal a altos niveles”. *Biocibernética*. pp 151-178. Ed. siglo XXI. Madrid, [1984].
- [9] O. Bolívar, S. Candela, R. Moreno Díaz,: “Complete Transform and their incidence in Artificial Perception System Theory”. *Lecture Notes in Computer Science*. N° 585, pp 515-525. Springer-Verlag. [1991]
- [10] A. Montbrun, “El cambio en la ciencia, el cambio en la política” Zeta Editores, Mendoza [2002]
- [11] C. Romero Pérez, “Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo” Universidad de Huelva, 2002: 10-31.
- [12] M. López, M.Fernández, A. Fernandez Caballero., J. Mira., A.E. Delgado. “Dynamic visual attention model in image sequences”. *Image and Vision Computing*. Vol. 25, pp 597-613. [2006]
- [13] W. James, “Principles of Psychology” New York: Holt, Rinchartand Winston. [1890]
- [14] Mundhenk N., Itti, L. (2005) Computacional modelling and exploration of contour integration for visual saliency. *Biol. Cybern* 93: 188-212.
- [15] Itti, L., Koch, C, “Computacional modelling of visual attention”. *Nature Reviews. Neuroscience* Vol 2, pp 194-203. [2001]
- [16] R. Moreno Díaz, J.C. Quevedo Losada, A. Quesada Arencibia. “*Systems Approach to Attention Mechanims in the Visual Pathway*”, *Lecture Notes in Computer Science*. Springer. pp 497-505. [2000]
- [17] Quevedo J.C., Bolívar O., Moreno R. “Image Transforms based on retinal concepts”. *Cybernetics and Systems’* 98. Vol 1. 312-316. [1998]
- [18] Álvarez, A., Blanco, M. y Leiros, L. “Influencia de la simetría y la curvilinealidad en el procesamiento de estímulos cerrados”. *Psicothema*, 14, 597-604. [2002].

Implementación de Matlab para el diseño de control péndulo invertido, sobre plataforma Lego MINDSTORMS NXT

Cindy E. GUERRERO,

Cindy510g@gmail.com

Ingeniería Eléctrica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

José D. PEREZ,

Jdperez879@hotmail.com

Ingeniería Eléctrica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Bogotá, Colombia

RESUMEN

En este artículo se realiza el ensamble, modelo matemático y diseño del controlador de un sistema péndulo invertido sobre plataforma LEGO MINDSTORMS NXT®. Aprovechando las herramientas de programación compatibles, para la adquisición de datos en tiempo real de Matlab como son, los *toolbox* RWTH y *Embedded Coder Robot NXT* de simulink. Este software permite la programación y conversión del lenguaje C al lenguaje de la computadora inteligente o bloque NXT. Se obtiene la medición de parámetros y modelo físico de la planta, para el posterior modelamiento de la planta, por medio de espacio de estados; haciendo estos, referencia a condiciones pasadas, presentes y futuras de un sistema que conforman la dinámica del sistema. Por último se diseña el controlador por realimentación de estados, usado el control es por ubicación de polos, permitiéndole alcanzar una referencia implantada. Como resultado, se tiene un sistema de fácil acceso a su programación y con herramientas educativas bastante útiles para el desarrollo de prácticas de control.

Palabras claves: Péndulo invertido, Espacio estado, Realimentación de estados, Matlab, LEGO MINDSTORMS NXT®.

1. INTRODUCCIÓN

El péndulo invertido es uno de los problemas más clásicos e importantes de la teoría del control. En la educación y en la industria tiene diversidad de aplicaciones y formas de estudio [1]. Existen varias tesis y artículos relacionados con el tema, las diferencias entre ellos están, en la forma de construcción y el tipo de controlador diseñado para su desempeño. Está, la implementación de un controlador a un prototipo carro-péndulo, por medio de retroalimentación de estados desde simulink de MATLAB, simulado en tiempo real; en el cual se controla el movimiento del péndulo, teniendo en cuenta que el movimiento del carro es independiente, sin embargo se considera al péndulo como una perturbación [2].

Por otro lado se han realizado trabajos finales de carrera y proyectos para tesis doctorales sobre plataformas Lego MINDSTORMS NXT®, conocido antes solo como un juego y ahora como una herramienta para el desarrollo de estudios en control y temas afines [3]. En conjunto, se han realizado algunos estudios para el desarrollo de sistemas de péndulo invertido sobre plataformas Lego MINDSTORMS NXT®. Basados en esto, este artículo presenta el diseño y ensamble de una planta experimental de un sistema péndulo invertido y la implementación de un controlador, todo sobre plataforma Lego MINDSTORMS NXT®.

Es realizado el ensamble de la planta, péndulo invertido buscando la mejor opción para la dinámica del sistema, en el diseño se tuvieron en cuenta todas las variables físicas influyentes. Al obtener la planta adecuada, se determinan las ecuaciones dinámicas de movimiento del sistema y la parametrización del ángulo respecto a la vertical [4]. Además de modelarse matemáticamente el servomotor y el comportamiento de los sensores que forman parte del sistema [5]. A partir de estos se realiza la representación en modelo de espacio estados; el cual comprende el modelo total del sistema con variables de entrada, de salida y de estado. Sin embargo también se implementan técnicas de identificación, de modo tradicional y por medio de herramientas computacionales (System Identification Toolbox de MATLAB), en el que se procesan las señales de entrada y salida hasta obtener el modelo que represente la mejor dinámica del sistema. Donde se identifican cada una de las variables de estados con su variación en el tiempo, así como las entradas y salidas del sistema, conocidas como estados; los cuales permiten controlar el péndulo y mantener el posicionamiento vertical [6]. Obtenido el modelo del sistema, se procede a diseñar el controlador en realimentación de espacio de estados, por medio de localización de polos. Lo que permite la comparación de las variables de estado y corregirlas automáticamente en un ciclo cerrado. Para el diseño del controlador y el tratamiento del mismo se implementa MATLAB, ya que por medio de este software, además de ayudar a identificar el sistema e implementarse el controlador, permite realizar la transferencia de la programación a la computadora inteligente del lego, ya sea por medio del

toolbox RWTH o por Embedded Coder Robot NXT, desde simulink de Matlab.

En la figura 1, se presenta el esquema de adquisición de datos con la interfaz de PC y la computadora inteligente de Lego MINDSTORMS NXT®.

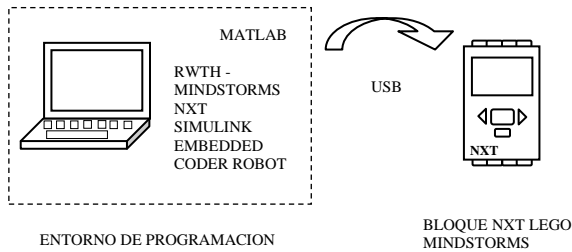


Figura 1. Interfaz entre Matlab y bloque NXT LEGO MINDSTORMS®, Entorno de programación y toolbox de Matlab implementados.

2. ENSAMBLE DE LA PLANTA

En esta sección se hace referencia al ensamble de la planta por medio de los elementos de lego (fichas, sensor, servomotor y bloque inteligente). En este procedimiento se debe tener en cuenta los parámetros que constituyen un péndulo invertido, en este caso, un equilibrio de peso en el carro y en el péndulo, el cual lleva en su extremo superior un giroscopio empleado como sensor de velocidad angular (ω), midiendo esta en [grados/segundo], del cual por medio de una integral permite conocer la posición. El funcionamiento adecuado de este sensor se puede observar en la figura 2. El modo en que es emitida su medición se realiza por medio de una interfaz análoga, captando hasta 300 lecturas por segundo.

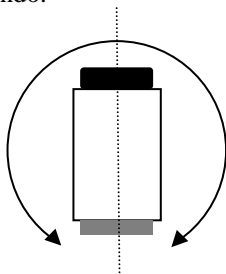


Figura 2. Giroscopio HiTechnic NXT, Sensor de un solo eje, detectando rotación arrojando un valor de grados por segundo, tiene la capacidad de medir +/- 360 ° por segundo de rotación.

Por otro lado es implementado el servomotor LEGO®, el cual transmite la rotación por medio de engranajes y ejes a las cuatro ruedas de carro, permitiendo de esta manera la sincronía del movimiento para mayor precisión. Este servomotor, tiene internamente un sensor para posición con resolución de un grado y de 170 rpm para la velocidad de rotación del eje [7]. Su adquisición de datos de posición, parte vital para el posicionamiento del péndulo.

Por último se llega al diseño final de la planta, como se muestra en la figura 3. Este modelo permite que el sensor envíe su posicionamiento al bloque o computadora inteligente y este consecuentemente por medio del controlador envía al servomotor una señal transformada en tensión para su desplazamiento y el péndulo busque el ángulo de referencia.



Figura 3. Modelo ensamblado para el control de posición de péndulo invertido sobre la plataforma LEGO MINDSTORMS®, digitalizado en LEGO digital designer.

3. MODELADO DEL SISTEMA

La implementación de un controlador, permite cambiar la dinámica del sistema, con el objetivo que en la parte superior del péndulo se estabilice, en el ángulo fijado respecto a la vertical. Una planta de este tipo se puede identificar como un sistema inestable y se hace necesario identificar cada uno de los factores que influyen en su comportamiento y de qué manera lo hacen. En la figura 1. Se pueden observar estas variables físicas:

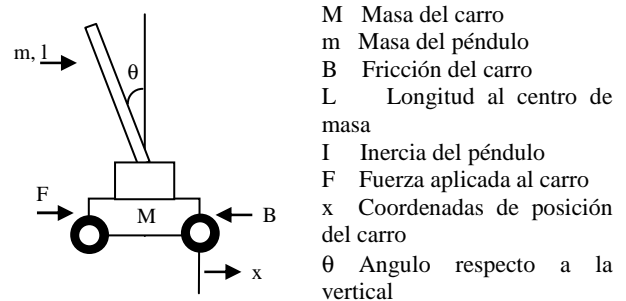


Diagrama de péndulo invertido Variables físicas

Figura 1. Diagrama de cuerpo libre de péndulo invertido, para el análisis de fuerzas y sistema de ecuaciones. Se obtiene como resultado las ecuaciones de la dinámica del sistema.

Cada una de estas variables influye en el modelo de planta, según sea su planteamiento. En el modelamiento matemático se desarrolla el diagrama de cuerpo libre e implementación de las leyes de Newton para obtener el modelo del sistema [2].

En la presentación de sistemas por espacio de estados, se pueden observar las variaciones en el tiempo, así como son: las transformaciones de energía que suceden al interior de un circuito, no siendo limitado a la relación salida-entrada, como lo hace un modelo matemático tradicional. La interacción con el sistema permite identificar el número de entradas, salidas y estados, estas variables deben ser expresadas de forma vectorial, donde un sistema de orden n, es separado en n ecuaciones de estado, por lo que siempre va a ser un sistema de orden uno [8].

El modelado por espacio de estados, es implementado para hallar modelos de sistemas dinámicos. Para este modelamiento es necesario conocer los estados, los cuales hacen referencia a condiciones pasadas, presentes y futuras de un sistema [9]. Para hallar el modelo matemático es necesario definir variables de estado que son: un conjunto mínimo de variables que determinan la dinámica de un sistema y no necesariamente deben ser cantidades medibles o visibles [10]. Además para que se pueda considerar estado, este debe tener una tasa de variación [11]

Un sistema por espacio de estados puede representarse de manera general por medio de la ecuación de estado en el dominio del tiempo, esta se expone a continuación.

$$\frac{dx(t)}{dt} = Ax(t) + Bu(t) \quad (1)$$

Donde $x(t)$ es la variable de estado
 $u(t) = Kx$, que es la entrada, el cual preserva la linealidad y da origen al sistema en lazo cerrado.
 De igual manera se tiene una ecuación de salida, aquí representada.

$$y(t) = C(x) + du(t) \quad (2)$$

Donde, $y(t)$ = Salida del sistema

De las ecuaciones 1 y 2 se puede decir que, no importa el sistema que se identifique, ni la complejidad que este pueda tener, puesto que por estar en espacio de estados el sistema va a ser de orden uno.

4. CONTROLADOR POR REALIMENTACION DE ESTADOS

Un control por realimentación de estados es un sistema que alcanza de forma autónoma los valores establecidos para sus variables de salida de forma precisa, a pesar de las variaciones que puedan producirse en la entrada del sistema. Las ecuaciones 1 y 2, son ecuaciones de lazo

abierto o modelo de la planta [12]. Para obtener un sistema realimentado en lazo cerrado, se tiene de manera canónica la siguiente ecuación,

$$u(t) = Nr(t) - Kx(t) \quad (3)$$

Donde $r(t)$ = nuevo nombre de la señal
 K = Es la matriz de ganancia de realimentación de estados
 N = Ganancia de pre compensación

Por la forma de la ecuación se puede observar que el sistema en lazo cerrado es lineal y estacionario. De igual manera u , depende solo de valores de los estados y la referencia.

En la figura 3. Se muestra el diagrama de bloques de un sistema por realimentación de estados. En el cual se observa la ganancia K que realimenta el sistema.

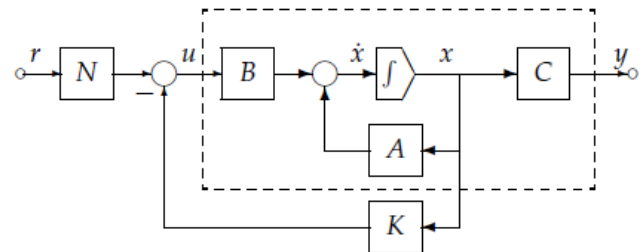


Figura 3. Diagrama de bloques de sistema de realimentación de estados

Uno de los métodos utilizados para realizar el diseño de sistemas de control es por ubicación de polos, este se inicia con la determinación de los polos en lazo cerrado deseados a partir de la respuesta transitoria o los requerimientos de la respuesta en frecuencia, como la velocidad, el factor de amortiguamiento, o el ancho de banda, al igual que los requerimiento de estado estable [13].

5. CONCLUSIONES

En este artículo se presentaron los procedimientos para la construcción, identificación y diseño del controlador para un sistema de péndulo invertido, sobre plataforma Lego MINDSTORMS NXT®, nueva estrategia de LEGO, con orientación didáctica, además permite establecer adquisición de datos en tiempo real para este sistema lo hace aun más interesante y de fácil aprendizaje, si bien su construcción se realiza con fines educativos, la interacción entre la planta y el computador facilita el análisis de parámetros e implementación de controladores en los diferentes entornos de programación, como: Matlab, Labview, RCX, C++, entre otros.

Se observó un tiempo de respuesta óptimo en la interfaz de PC-NXT, por medio de la comunicación USB. Además los sensores son de gran linealidad y datos reales los cuales permiten un modelamiento y recepción de datos, casi perfecto; los errores se puede considerar por causas externas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] M. Sebastián, M. Virginia, “Construcción y diseño de Controladores de un péndulo invertido rotante”, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes, 2003.
- [2] F. Castaños, R. Carrera “Levantamiento y control de un péndulo invertido con un esquema de control reconfigurable”, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.
- [3] M. Ismael, “Diseño y control de un prototipo carro-péndulo basado en LEGO MINDSTORMS NXT”, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena, 2009.
- [4] A. Reagan, C. Katty, A. John, “Desarrollo y control en un péndulo invertido de accionamiento hidráulico”. Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia 2009.
- [5] B. José Luis, “Simulación de un péndulo invertido”. Universidad politécnica de Valencia, España 2010.
- [6] D. Rairán, “Análisis de sistemas dinámicos y control PID”, primera edición, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2007.
- [7] L. Pinto, G. Bermúdez, “Determinación de los Parámetros para el Servomotor NXT LEGO Mindstoms® con Técnicas de Identificación de Sistema” Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2008.
- [8] Espacio estado (Septiembre 2011) Disponible en: http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/drairan/frecuencia_2008_II.htm
- [9] Kuo, Benjamin (1995) “Automatic control systems” Seventh edition. Ed. Prentice Hall. New Jersey. Pág.27.
- [10] Ogata, Katsuhiko (1998) “Ingeniería de control moderna” Tercera Edición. Ed. Prentice Hall. Colombia. Págs. 710, 728
- [11] Rairán, Danilo (2007). “Análisis de sistemas dinámicos y control PID”. Editoriales universales de Colombia. Bogotá D.C.
- [12] “Capítulo 8, realimentación de estados y observadores” (Septiembre 2011) Disponible n:<http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut2/clases/Cap8.pdf>

Evaluación de funciones ejecutivas: la planeación, mediante HanoiPC3

Miguel Ángel Guevara Pérez (mguevara@cencar.udg.mx), Marisela Hernández González,
Lucía Ester Rizo Martínez y Francisco Abelardo Robles Aguirre
Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara. México.

RESUMEN

Se presenta la versión computarizada de una prueba neuropsicológica considerada típica para la evaluación de funciones ejecutivas, las Torres de Hanoi, la cual mide principalmente la planeación. Las funciones ejecutivas son cruciales para la conducta humana, permitiendo el despliegue de respuestas socialmente aceptables y su evaluación en diferentes tipos de sujetos ha sido sumamente importante en diferentes áreas del saber humano, así, las versiones computarizadas que aquí se describen permiten, de una manera fácil y confiable, minimizar los errores de interpretación y obtener mediciones objetivas.

Palabras clave— Funciones ejecutivas, planeación, Torres de Hanoi, evaluación cognoscitiva.

1. INTRODUCCIÓN

Las funciones ejecutivas se refieren generalmente a los procesos psicológicos involucrados en el control consciente del pensamiento y la acción [1]. Un aspecto clave de las funciones ejecutivas es la planeación, que implica la capacidad de los sujetos de generar y organizar la secuencia de pasos necesarios para realizar una tarea a partir de una meta propuesta [2,3]. Esta habilidad está íntimamente relacionada con la inhibición, la flexibilidad cognoscitiva y la memoria de trabajo, ya que para poder planificar de manera eficaz es necesario analizar alternativas posibles, elegir la adecuada e inhibir las otras, y mantener en la memoria el plan generado [4]. Las pruebas más empleadas para evaluar planeación son laberintos y las pruebas de torres -como las de Hanoi o de Londres- [5,2].

2. HanoiPC3: Versión Computarizada De Las Torres De Hanoi

HanoiPC3 [6] es un programa de computadora que, basado en la versión original de Francois Edouard Anatole Lucas, consta de 3 postes colocados en línea recta y 3 discos de diferentes tamaños. El problema consiste en mover todos los discos a otro poste siguiendo determinadas reglas: a) mover sólo un disco a la vez, b) los discos siempre tienen que estar en uno de los postes y c) nunca se puede colocar un disco mayor sobre uno menor. Estas reglas, en la versión HanoiPC3, no se dan explícitamente teniendo que descubrirlas durante el juego, lo cual implica mayor procesamiento cognoscitivo.

Método computacional y teoría

En la versión original de Torres de Hanoi, el mínimo de movimientos para terminar la tarea está dado por la fórmula:

$$2^n - 1$$

Donde n significa número de discos. De tal manera que para mover una torre de un solo disco se necesita un movimiento; para 2 discos se necesitan 3 movimientos y para una de 3 discos se requieren 7 movimientos.

HanoiPC3 tiene algunas restricciones adicionales a la versión original: 1) los postes deben estar acomodados en línea recta; 2) cada disco puede ser movido solamente a los postes adyacentes, por lo que la nueva fórmula para el mínimo de movimientos es:

$$3^n - 1$$

Ahora, para mover un disco se necesitan 2 movimientos; para mover 2 discos 8 movimientos y para mover 3 discos 26 movimientos (Figura 1).

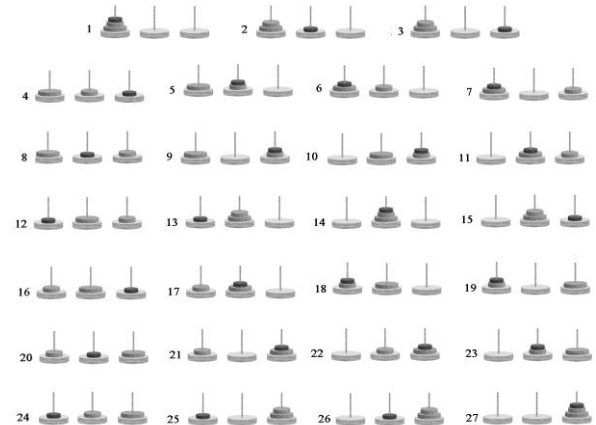


Figura 1. De izquierda a derecha, y de arriba a abajo, se ilustra el mínimo de movimientos (26) que se necesitan, para terminar eficientemente la versión HanoiPC3.

Las 27 posiciones en la cual pueden ser correctamente colocados los discos en el programa HanoiPC3, han sido numeradas de acuerdo a como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. La primera columna numera las 27 posiciones de los discos de acuerdo a la Figura 1. La segunda y tercera son números decimales y su equivalente en binario, correspondiente a esas 27 posiciones correctas posibles de los 3 discos en los 3 postes, de acuerdo a HanoiPC3.

1	448	111 000 000
2	392	110 001 000
3	385	110 000 001
4	273	100 010 001
5	280	100 011 000
6	336	101 010 000
7	322	101 000 010
8	266	100 001 010
9	259	100 000 011
10	35	000 100 011
11	42	000 101 010
12	98	001 100 010
13	112	001 110 000
14	56	000 111 000
15	49	000 110 001
16	161	010 100 001
17	168	010 101 000
18	224	011 100 000
19	196	011 000 100
20	140	010 001 100
21	133	010 000 101
22	21	000 010 101
23	28	000 011 100
24	84	001 010 100
25	70	001 000 110
26	14	000 001 110
27	7	000 000 111

Cada número indica la posición actual de los 3 discos en los 3 postes. En sistema binario, cada grupo de 3 bits corresponde a uno de los postes, es decir, los 3 bits de la derecha indican al poste del extremo derecho y los 3 bits de la izquierda corresponden al poste del extremo izquierdo. También en binario, en los 3 bits de cada poste se indica la presencia o ausencia de discos: el bit menos significativo (el de la derecha) representa al disco chico, el bit de en medio al disco mediano y el bit de la izquierda al disco grande. Si el valor del bit es 1, indica la presencia de un disco; mientras que un valor de 0 indica la ausencia de disco.

Para mover un disco, el programa calcula el valor de la nueva posición deseada; así que para borrar el bit de la posición actual del disco, se aplica una función AND al valor de la posición actual; seguido de una función OR para agregar el bit de la nueva ubicación del disco.

Finalmente, se evalúa si la nueva posición es aledaña a la actual, ya que las únicas posibles nuevas posiciones correctas son las aledañas a la actual (las posiciones inicial y final únicamente tienen una posición aledaña correcta).

Por ejemplo, si la posición actual es 100 010 001 y se desea mover el disco mediano al poste derecho (poste 3), la posición deseada es incorrecta ya que se pretende colocar un disco grande encima de otro disco más pequeño. El programa detecta este error por medio de los siguientes pasos:

El disco que se desea mover es el mediano (bit de en medio) y se calcula el valor de la nueva posición. Para eso al valor actual se le aplica la función AND con el número 101 101 101 (si se tratara del disco chico sería con 110 110 110 y para el grande con 011 011 011). Al valor obtenido se le aplica la función OR con 000 000 010 (para el poste 1 sería con 010 000 000 y para el poste 2 con 000 010 000). Así se ha obtenido el valor de la nueva posición deseada (100 000 011).

Para saber si la nueva posición es correcta, el programa evalúa si corresponde a alguna de las posiciones aledañas (110 000 001 ó 100 011 000) (un movimiento hacia adelante o uno hacia atrás). En este caso no corresponde y por lo tanto no se realiza el movimiento. Se da un aviso de error tanto en forma verbal (auditiva) como escrita (visual).

Descripción del programa

Para ejecutar el programa se requiere de una computadora, compatible con PC, y se sugiere contar con una pantalla sensible al tacto o con un miniteclado numérico conectado al puerto USB (Figura 2).

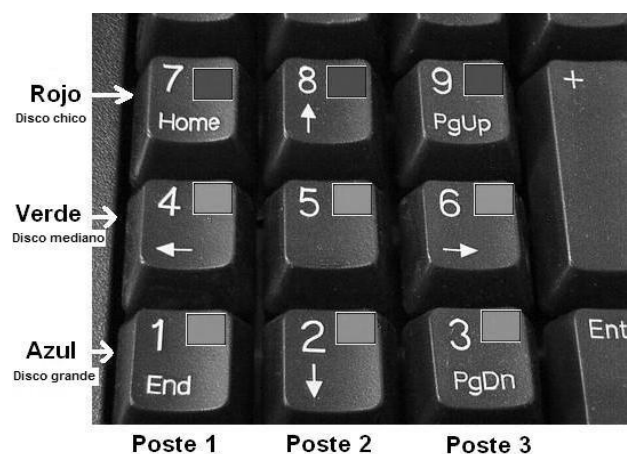


Figura 2. Los números 1, 4 y 7 corresponden a los 3 discos del poste 1; los números 2, 5 y 8 a los discos del poste 2; y finalmente los números 3, 6 y 9 a los discos del poste 3. Los números 1, 2 y 3 son para solicitar mover a los discos grandes (coloreados de azul en HanoiPC3); 4, 5 y 6 son para tratar de mover discos medianos (verdes) y 7, 8 y 9 son para intentar mover discos chicos (rojos).

Al iniciar el programa aparece la pantalla ilustrada en la Figura 3. Al presionar el botón “elegir archivo para resultados”, es posible seleccionar una carpeta y asignarle nombre al archivo de resultados. El programa sugiere, por omisión, el nombre HanoiPC3.RES, pero es posible asignarle un nombre diferente.

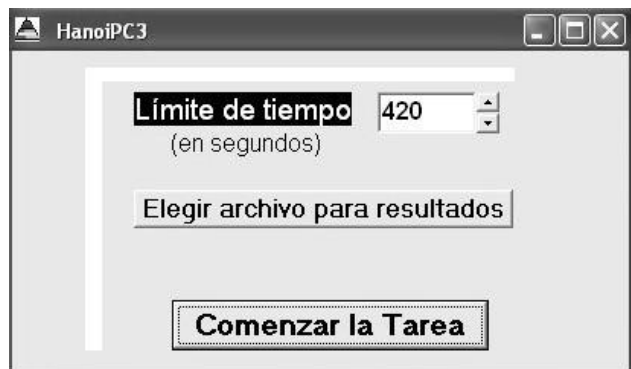


Figura 3. Ventana inicial. Se observan opciones para asignar tiempo límite de ejecución de la prueba, el nombre del archivo de salida, así como el botón para iniciar.

Después de presionar el botón “Comenzar la tarea” aparece la segunda pantalla (Figura 4).

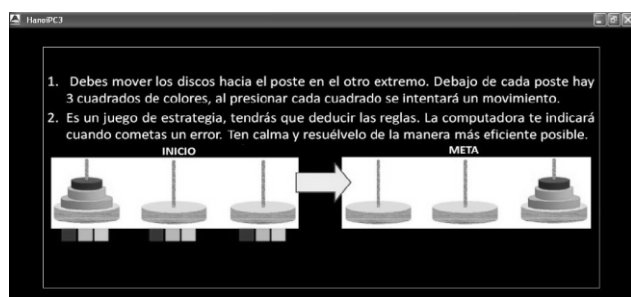


Figura 4. Pantalla explicando las instrucciones para ejecutar HanoiPC3.

Cuando alguna de las teclas coloreadas es presionada (en pantalla o teclado), aparece la siguiente pantalla (Figura 5) y da inicio el conteo del tiempo para resolver la tarea.

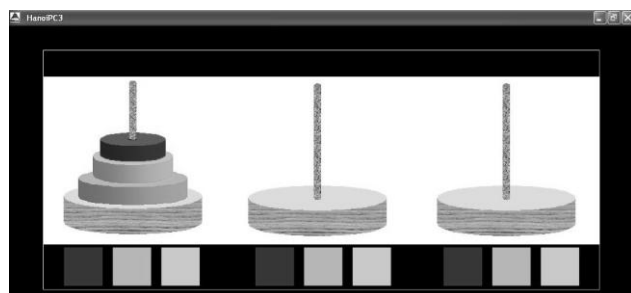


Figura 5. Se muestran los tres discos y postes en la posición inicial. Debajo de cada poste aparecen los 3 cuadros de colores que pueden ser tocados.

El programa finaliza al alcanzar la posición meta o al terminarse el tiempo asignado a la tarea. Se genera el archivo de resultados ejemplificado en la Figura 6.

Mov	Posi		tiempo
0	448		0.0
1	392	C	84.4
2	385	C	88.1
3	273	C	91.2
4	273	I	94.7
5	259	I	98.9
6	280	C	101.0
7	336	C	104.6
8	322	C	105.8
9	266	C	109.1
10	259	C	109.7
11	35	C	110.7
12	42	C	112.6
13	98	C	114.2
14	112	C	115.7
15	56	C	118.7
16	49	C	119.4
17	161	C	121.9
18	168	C	128.7
19	224	C	129.5
20	196	C	130.4
21	140	C	132.6
22	133	C	133.9
23	21	C	135.2
24	28	C	136.9
25	84	C	138.1
26	70	C	139.0
27	14	C	140.5
28	7	C	141.2

EJERCICIO COMPLETO	
Latencia primer movimiento:	84.4 segundos
Total de movimientos:	28
Movimientos correctos:	26
Movimientos incorrectos:	2
25/02/2011	
Tiempo Total:	141.2 segundos

Figura 6. Archivo de resultados. La primera columna indica el número del movimiento; la segunda la posición a la que se intentó el movimiento (448 es la posición inicial); la tercera indica si el movimiento es correcto (C) o incorrecto (I) y la última el tiempo (en segundos) en que se intentó el movimiento.

Especificaciones de hardware y software

El programa HanoiPC3 fue desarrollado para ser ejecutado en computadoras compatibles con PC; requiere como mínimo de un procesador Pentium con un Gigabyte de memoria RAM. Trabaja con sistema operativo Windows, en cualquiera de sus versiones y fue escrito en lenguaje de programación Delphi (versión 5); el cual además de permitir el manejo de tiempos reales contiene todas las funciones de un lenguaje estructurado (está basado en el lenguaje de programación Pascal). El programa ejecutable se llama HanoiPC3.EXE y no requiere instalación, basta con copiarlo en la carpeta que se desee. El archivo de salida está en código ASCII y necesita muy poco espacio para almacenarse.

3. CONCLUSIONES

Las funciones ejecutivas son un constructo que incluye las habilidades mentales necesarias para la formulación de metas y planes, así como la habilidad para llevarlas a cabo eficientemente. La versión computarizada que hemos presentado para evaluar dichas funciones: HanoiPC3, es un programa flexible y práctico. Facilita la calificación e interpretación de los resultados y registra los tiempos de respuesta, situación ausente o complicada en una versión manual o de escritorio.

REFERENCIAS

- [1] Zelazo, P.D., Müller, U. Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.). *Handbook of Childhood Cognitive Development*, 445-469. 2002. Oxford: Blackwell.
- [2] Lezak, M.D. *Neuropsychological assessment*. New York:Oxford, 1995.
- [3] Soprano, A.M. Evaluation of executive functions in children. *Revista de Neurología*, vol. 37 no. 1, 44-50. 2003. Buenos Aires, Argentina.
- [4] Bull, R., Espy, K.A., Senn, T.E. A comparison of performance on the Towers of London and Hanoi in young children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 45, no. 4, 743-754. 2004.
- [5] Bull, R., Espy, K.A., Wiebe, S.A. Short-Term Memory, Working Memory, and Executive Functioning in Preschoolers: Longitudinal Predictors of Mathematical Achievement at Age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, vol. 33 no. 3, 205-228, 2008.
- [6] Guevara, M.A., Rizo, L., Ruiz-Díaz, M., Hernández-González, M. HanoiPC3: A computer program to evaluate executive functions. *Computer methods and programs in biomedicine*, vol. 95, 158–165, 2009.

De Santos Dumont ao Século XXI – O Brasil perdeu a Capacidade de Inovar e Gerar Riqueza?

Jorge Monteiro Fernandes Eng.º Eletrônico formado pelo ITA, Conselheiro do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal. Brasília-DF, 70236-160

RESUMO

Alguns fatos atuais despertam dúvidas quanto à atual capacidade inovadora nacional. Visando elucidar, discorre-se sobre o processo de industrialização brasileira; a estrutura e as políticas públicas do setor produtivo e agentes de fomento. Segue-se análise de dois estudos e pesquisas que iluminam o tema. Primeiro o projeto liderado pela CNI, de 2005 a 2010, visando diagnosticar as razões da contínua perda de produtividade da indústria brasileira, nos últimos anos; outra fonte visitada o Índice de Competitividade Global, apurado anualmente pelo Fórum Econômico Mundial desde 1979, com a participação de pessoas e organizações de os países que são objeto de avaliação. Conclui-se com sugestões para a reversão do quadro de retração do esforço tecnológico e inovador das empresas no País, e tomada de consciência de que esta realidade precisa ser revertida, pois crescente produtividade é ingrediente determinante da competitividade empresarial e da prosperidade das nações, portanto inovar e incorporar o novo em produtos no mercado torna-se questão de sobrevivência.

Palavras-Chave: industrialização brasileira, inovação, políticas públicas; a Engenharia e Produtividade, agentes de fomento, Índice de Competitividade Global.

1. INTRODUÇÃO

Durante a visita do presidente Obama ao Brasil, de 19 a 21 de março de 2011, concretizaram-se acordos no setor de biocombustíveis na aviação, troca de conhecimento científico, cooperação entre as agências espaciais. Na reunião privada e ao falar a imprensa, no sábado, a presidente Dilma declarou – *“É fundamental que sejam rompidas barreiras que se erguem contra nossos produtos – etanol, carne bovina, algodão, suco de laranja, aço, por exemplo.”* Excetuando-se o aço, todos os demais são commodities.

Esta conjuntura é fato reconhecido e objeto de estudo pela Confederação Nacional da Indústria - CNI; bem como várias publicações internacionais quando se referem aos BRICs, mencionam o Brasil como país agrícola, diferentemente de Rússia, Índia e China, reconhecidos como industrializados.

A balança comercial brasileira tem saldo positivo face à exportação de commodities e, ao mesmo tempo, apresenta contínuo decréscimo de produtos de maior conteúdo tecnológico, em grande medida produzidos por empresas transnacionais, no modelo de substituição de importação.

O que falta?

O Brasil nunca teve política de governo de longo prazo com o propósito de gerar riqueza, renda e postos de trabalho de qualidade. Como a riqueza é criada no mercado ao se

transformar conhecimento inovador em produto no mercado. Embora existam inovações realizadas na academia, em centro de pesquisa, na empresa e por profissionais, em grande número, não chegam ao mercado. Portanto, não criam riqueza e postos de trabalho e, conseqüentemente, não remuneram a cadeia de geração de valor.

Outro fator é a falta de políticas de fomento e, por vezes quando existem, não têm continuidade. Por serem políticas de um governo ou de um partido e não de Estado. Outro fator relevante é a abordagem casuística em resposta à conjuntura adversa de mercado ou pressão de setores mais organizados – por exemplo - alteração de valor de impostos. Por último, mas não menos relevante, a abordagem não holística da conjuntura para conceber e implantar a solução.

Inexistem instrumentos de salvaguarda de patrimônio gerador de riqueza julgado relevante ou estratégico. Inclusive no caso de projetos financiados com recursos públicos. Este é outro ponto fraco. Os USA controla o fluxo tecnológico de si para os demais países. Em 1990, Embraer enfrentou dificuldades de importar o computador IBM 3090 com “vector facilities”, por suporem que poderia vir a ser utilizado no programa nuclear brasileiro. Quando presidente da França (1959-69), Charles De Gaulle instituiu o Plano “Calcule” como biombo para seu programa nuclear, em virtude de o veto Norte-americano de venda de computador da IBM a seu país.

2. INDUSTRIALIZAÇÃO TARDIA

Ao chegar ao Brasil, 1807, D. João VI instala laboratório para pesquisar “sabão duro” similar aos que existiam na Europa. Ao ter notícia do êxito alemão, fecha as portas do laboratório e passa a importar o produto da Alemanha. Com este ato inaugura-se o modelo - o estado investe, mas se no exterior surge produto similar o importa em detrimento da solução nativa.

Em 1906, Santos Dumont, filho de engenheiro francês, voa em Paris a bordo do 14 - Bis que inventara. Ressalta-se que consumiu toda a fortuna da família em seus experimentos. Os Irmãos Wright voam a seguir. A Boeing e a Douglas foram fundadas em 1916 e 1921, respectivamente dez e quinze anos depois. A brasileira Embraer surge em 1969, sessenta e três anos depois do feito de Santos Dumont, fruto de dois visionários - Casimiro Montenegro Filho, fundador do CTA e ITA, em 1950, e Ozires Silva, engenheiro egresso do ITA, líder do grupo desenvolvedor do Bandeirante e da implantação da empresa.

A Revolução Industrial surge na Inglaterra, em meados do século XVIII, expandiu-se pelo mundo a partir do século seguinte. Durante o período colonial, pelas regras da política econômica mercantilista, não podia ser implantada no Brasil

nenhuma atividade produtiva que competisse com as atividades da metrópole ou que prejudicasse seus interesses comerciais. O processo de expansão industrial no Brasil intensifica-se nas décadas de 1940 e 1950. As medidas concretas para a industrialização foram tomadas durante o Estado Novo – 1937 a 1945. As dificuldades causadas pela Segunda Guerra Mundial ao comércio internacional favoreceram a estratégia de substituição de importações. A CSN surge em decorrência de acordo com os USA, durante a II Guerra Mundial, e começa a operar em 1946. A partir da segunda metade dos anos 50, o setor industrial passou a ser o carro-chefe da economia do país.

O primeiro poço moderno de petróleo foi perfurado em região próxima à Baku, no Azerbaijão, no ano de 1846; 13 anos depois, na Pensilvânia USA, foi descoberto o primeiro poço de petróleo das Américas. No Brasil, a existência do petróleo já era mencionada durante os tempos do regime imperial. Oitenta e seis anos são passados, quando o engenheiro agrônomo de Basto entrega ao presidente Getúlio Vargas um laudo técnico que atestava a existência de petróleo (lama preta) na cidade baiana Lobato. São passados vinte um anos, quando se cria a Petrobrás em 1953, decorrente do movimento “O Petróleo é Nosso”.

O ENIAC foi o primeiro computador. Criado, em 1946, dois cientistas norte-americanos J. Eckert e J. Mauchly. Em 1961, 15 anos após, no ITA, quatro alunos – J. Ellis Ripper, F. Vieira de Souza, A. Wolkmer e A. Vásárhelyi - auxiliados pelo professor R. Wallauschek construíram o “Zezinho”. Primeiro computador não-comercial transistorizado projetado e construído no Brasil. Em 1972, o “Patinho Feio” foi concebido como um trabalho de fim de curso no Laboratório de Sistemas Digitais da Escola Politécnica da USP. O “Patinho Feio” é tido como o primeiro computador, documentado e com estrutura de computação clássica. [7] e [8; pg. 24]

Em 1956, com a posse de Juscelino tem-se a fase desenvolvimentista, tendo sido estabelecido um “Plano de Metas” com o objetivo de desenvolver a indústria de base, investir na construção de estradas e de hidrelétricas e fazer crescer a extração de petróleo. Surgem as empresas Embratel, Eletrobrás e Sudene. Não foi dada continuidade. Ficaram apenas os empreendimentos.

O Programa Nacional do Alcool surge em 1975, no contexto da crise de petróleo de 1973, fruto de trabalho de pesquisadores, engenheiros e físicos brasileiros. Chegou-se a ter mais de 90% da frota brasileira movida a álcool. Foi abandonado! Recentemente, voltou-se a incentivar o setor.

3. POLÍTICAS PÚBLICAS E INSTRUMENTOS DE FOMENTO

Em janeiro de 1951, cria-se o Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq. Em 1952, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDE, posteriormente agregou-se o Social, daí o “S” na sigla atual. Em 24 de julho de 1967, cria-se a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, atualmente vinculada ao MCTI.

Constituiu um grande avanço a criação, em março de 1985, do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, no ano passado incluiu-se a inovação, passou a sigla a MCTI. Sua missão é gerir: a política nacional de pesquisa científica, tecnológica e inovação; de desenvolvimento de informática e automação; de biossegurança; espacial; nuclear e controle da exportação de bens e serviços sensíveis.

A Lei de Inovação, editada em 2004, e outros instrumentos estabelecem condições favoráveis ao crescimento da atividade em três vertentes: I - ambiente propício às parcerias estratégicas entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas; II - estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação; III - Incentivo à inovação na empresa.

Entre as ações governamentais de fomento, implementadas nos últimos anos, ressaltam-se: CNPq - Programa de Apoio as Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica e o Programa de Bolsas de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico de Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE focado nas Micro e Pequenas Empresas; FINEP - Cooperação Universidade-Empresa (Coopera), dirigida a micro e pequenas empresas, e Pró-Inovação, para médias e grandes empresas. O BNDES passa a oferecer apoio financeiro específico para a inovação tecnológica com foco no projeto, na produção e na empresa.

O Portal Inovação é um serviço de governo eletrônico, coordenado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, Associação Civil sem fins lucrativos, com participação de representantes do Poder Público, da sociedade civil, tem entre outras a missão de - promover a interlocução, articulação e interação dos setores de ciência e tecnologia e produtivo.

Em novembro de 2007, lança-se Plano, para o período 2007-2010, tendo por título “Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional.” As prioridades do plano estão diretamente relacionadas com os quatro eixos estratégicos que norteiam a atual Política Nacional de C, T&I: expandir, integrar, modernizar e consolidar o Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação (SNCTI), atuando em articulação com os governos estaduais para ampliar a base científica e tecnológica nacional; atuar de maneira decisiva para acelerar o desenvolvimento de um ambiente favorável à inovação nas empresas, fortalecendo a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE); fortalecer as atividades de pesquisa e inovação em áreas estratégicas para a soberania do País, em especial energia, aeroespacial, segurança pública, defesa nacional e Amazônia; e promover a popularização e o ensino de ciências, a universalização do acesso aos bens gerados pela ciência, e a difusão de tecnologias para a melhoria das condições de vida da população.

A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) lança-se em março de 2004 para o período 2003/07, com o objetivo de fortalecer e expandir a base industrial brasileira por meio da melhoria da capacidade inovadora das empresas. Tem por pilar central a inovação e a agregação de valor aos processos, produtos e serviços da indústria nacional. Dando Continuidade à PITCE, surge a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), instituída em 2008, com o

objetivo de fortalecer a economia do país, sustentar o crescimento e incentivar a exportação.

O Plano Brasil Maior vigora de 2011 a 2014, tem por objetivo defender e tornar mais competitiva a indústria brasileira diante do mercado internacional, no contexto de dólar baixo, que torna as exportações brasileiras mais caras e as importações mais baratas. Foca-se no estímulo à inovação e à produção nacional para alavancar a competitividade da indústria nos mercados interno e externo, bem como dar passos em direção ao desenvolvimento econômico e social. O Plano Brasil Maior integra instrumentos de vários ministérios e órgãos do Governo Federal cujas iniciativas e programas se somam num esforço integrado e abrangente de geração de emprego e renda. O Programa Ciência sem Fronteiras do Governo Federal vigora desde julho de 2011, busca promover a consolidação, expansão e internacionalização da ciência e tecnologia, da inovação e da competitividade brasileira por meio do intercâmbio de alunos de graduação e pós-graduação e da mobilidade internacional. O projeto prevê a concessão de até 75 mil bolsas em quatro anos.

Rememoram-se duas ações. O Japão na dinastia Meiji (1862/1912) implantou programa similar; em meados de século passado a Índia agiu de forma idêntica. O Japão implantou e modernizou a infraestrutura para acolher os profissionais ao voltar. O mesmo não fez a Índia. Daí a diferença entre o estágio de desenvolvimento de ambos. Portanto, o Brasil não pode deixar de preparar a sua infraestrutura para acolher os brasileiros ao retornarem. Pode-se afirmar que é crescente o diálogo da tríade - academia, empresário e governo, em particular nos parques tecnológicos, em proveito de maior desenvolvimento. No entanto, constata-se que as políticas públicas são de governo, duram no máximo oito anos. Esta postura é prejudicial ao desenvolvimento nacional! Basta que se contraste com países como a China e a Coreia, que têm políticas públicas de desenvolvimento mantidas por décadas.

4. A PRODUTIVIDADE INDUSTRIAL E A ENGENHARIA NACIONAIS

A Revolução Industrial é fruto da atividade de engenhar. Hoje outras profissões se agregaram a este grupo. No entanto, a Engenharia ainda predomina. Portanto, cabem os questionamentos - Os engenheiros e técnicos brasileiros são capazes de criar e agregar valor? O que falta para se ter desenvolvimento sustentável com significativa agregação de inovação que torne as empresas brasileiras competitivas, inclusive internacionalmente? Têm-se empresários decididos a desenvolver atividades geradoras de inovação para agregar valor aos produtos?

Buscando responder a estas questões, visita-se a iniciativa liderada pela Confederação Nacional da Indústria – CNI, com a participação da academia, instituições públicas e privadas, iniciada em 2005 e concluída em 2010. Os três documentos publicados tecem considerações sobre a conjuntura econômica, a sociedade do conhecimento, o cenário da educação e da engenharia, o panorama internacional e, por fim, apresenta

propostas para que o setor produtivo brasileiro passe e gerar riqueza e postos de trabalho que permitam a ascensão do Brasil à condição de liderança. Face ao extenso conteúdo dos mesmos, pinçam-se trechos correlacionados com as indagações colocadas linhas acima.

A primeira observação diz respeito ao contingente de engenheiros. “Segundo estimativa do Confea, o Brasil tem hoje cerca de 550 mil engenheiros, o que equivale a seis para cada mil pessoas economicamente ativas. A estes se somam 20 mil novos engenheiros que se formam a cada ano. Os Estados Unidos e o Japão têm 25 engenheiros para cada mil trabalhadores e a França, 15 por mil. A China forma cerca de 300 mil engenheiros ao ano, a Índia, 200 mil e a Coreia do Sul, 80 mil, ou seja, nesse último caso, quatro vezes mais que o Brasil. Com um agravante: no Brasil quase metade dos engenheiros opta pela Engenharia Civil enquanto nestes países é grande o percentual que opta pelas modalidades intimamente ligadas às áreas de alta tecnologia.” [3; pg. 13] Mais a frente, outro aspecto relevante é o baixo número de engenheiros formados em relação a outras especialidades - “em 2003, quase 69% dos graduados no Brasil se formaram em ciências sociais, negócios, direito e educação, enquanto as áreas de engenharia – que exigem mais investimentos, mas são essenciais para a modernização tecnológica do País – representam 13,2% dos formandos, [3; pg. 25] Ou seja, a formação de profissionais do setor está muito aquém do que seria necessário para resgatar o futuro desejado. Torna-se claro que a sociedade brasileira não correlaciona conhecimento e sua aplicação em inovação com a geração de riqueza, renda e postos de trabalho, continua crendo no mercantilismo!

Outra questão relevante é aproximar o segmento de TIC do produtivo, sabendo-se que é crescente o uso de TIC em processos e embarcada em produtos existentes e na geração de novos. Recorre-se ao seguinte trecho – “... as TICs são um elemento-chave da modernização tecnológica dos processos produtivos. A difusão acelerada dessas novas tecnologias de comunicação e informação vem promovendo profundas transformações na economia mundial e está na origem de um novo padrão de competição, pelas perspectivas de melhoria de produtividade que oferecem. No Brasil, a baixa difusão do uso dessas tecnologias na área industrial representa uma evidente desvantagem das empresas nacionais com relação aos seus concorrentes internacionais.” [3; pg.45] Acrescenta-se que alguns requisitos ambientais podem vir a ser atendidos por meio de inovação decorrente de aplicação de TIC, por exemplo, a redução de consumo de insumos na produção e no uso de seus produtos.

No anexo do iNova, são descritos dez casos brasileiros de sucesso que mostram como a educação, a pesquisa e a inovação são capazes de produzir tecnologia e recursos humanos de primeira linha, que impulsionam o desenvolvimento econômico gerando riqueza, postos de trabalho de maior conteúdo e remuneração. Em todos existe forte articulação entre academia, empresa e governo, neste último normalmente de um dado setor governamental. Trechos relevantes de quatro do elenco de dez, por importância e diferenciação, são reproduzidos a seguir:

“Petrobras; A Tecnologia é Nossa (Cláudia Izique) –... Foi na década de 70, com a descoberta da Bacia de Campos, a 120 metros de profundidade, que a empresa começou a investir em P&D de processos e equipamentos para produção de petróleo em bacias offshore....Atualmente, a Petrobras mantém centenas de parcerias, tanto para pesquisa como para formação de recursos humanos. Só na área de pesquisa, são 420 contratos com 79 universidades e institutos de pesquisas, no valor de R\$ 150 milhões. As federais do Rio de Janeiro (UFRJ) e Fluminense (UFF), por exemplo, oferecem mestrado em responsabilidade social. Constatamos que para cada real investido em P&D, a empresa obtinha cinco. Hoje, esta relação é de um para oito”, afirma. A Petrobras investe algo em torno de US\$ 250 milhões anualmente em P&D, o que representa 0,7% do seu faturamento.” [3; pg.82/4]

“Embrapa; Excelência em Desenvolver e Transferir Tecnologia (Cláudia Izique) –... A pesquisa é essencialmente trans-disciplinar, exige integração de diversas áreas. Na engenharia, no entanto, o foco é disperso. As escolas são fortes em Engenharia Agrônômica, Florestal e na Zootecnia, mas falta-lhes uma maior integração das disciplinas, tudo é muito compartimentado... Para suprir esse déficit, a Embrapa investiu algo em torno de US\$ 150 mil para formar cada um dos seus mais de 2.200 pesquisadores: 200 pós-doutores, 1.200 doutores e 900 mestres. Com esses recursos financiou cursos de qualificação no Brasil e no exterior, treinando-os para o padrão de P&D que faz da empresa a maior instituição de pesquisa agropecuária do hemisfério sul... Mas, além de investir na excelência científica, a Embrapa tinha ainda outro desafio: construir um modelo de relacionamento com a sociedade que permitisse que a inovação chegasse aos produtores rurais. A empresa definiu política de transferência de tecnologia e criou estruturas específicas para se relacionar com os diversos segmentos de produtores e parceiros, em cada um de seus 37 centros de pesquisas... A relação com os parceiros é pautada por uma política clara de proteção do conhecimento gerado nas mais de 500 linhas de pesquisa. A Embrapa coleciona 129 patentes, 89 delas depositadas no exterior.” [CNI, iNova; pg.85/8]

“Brasil Constrói a Quarta Maior Indústria Aeronáutica do Mundo (Cláudia Izique) - A Embraer é o resultado de um de um dos mais competentes planos estratégicos de longo prazo jamais concebido no Brasil. O objetivo era criar capacitação tecnológica e industrial para fabricar aviões e constituir uma sólida base educacional e científica na área de Engenharia Aeronáutica. Resultou na criação do ITA, do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e daquela que se tornaria a quarta maior indústria aeronáutica do mundo. O crescimento aumentou a demanda da empresa por engenheiros... em outubro de 1968, a primeira aeronave produzida no Brasil – o Bandeirante – sobrevoou São José dos Campos/SP. Menos de um ano depois, estava pronta a minuta do decreto-lei que criava a Embraer... Para qualificá-los de acordo com suas necessidades, a Embraer criou então o Programa de Especialização em Engenharia (PEE), que seleciona engenheiros de diferentes áreas, oriundos de diversas universidades... Cada curso tem, em média, 80 alunos

escolhidos numa disputada seleção. O PEE permitiu que a Embraer reduzisse o nível de contratação no mercado internacional. Em 2001, por exemplo, a empresa contava com 150 engenheiros do Leste Europeu, que foram sendo substituídos na medida em que se encerravam os contratos de trabalho.”... “Essas empresas todas estão buscando nas universidades e instituições de pesquisa o apoio para complementar a formação de seus técnicos e engenheiros, e melhorar seus processos e produtos para permanecerem competitivas”, conta o reitor do ITA. O maior problema é a falta de programas para desenvolver a competência nacional em áreas prioritárias, com recursos públicos suficientes e a participação empresarial, conclui ele.” [3; p. 88/91]

“Quatro Décadas e 10 Mil Projetos Integrando Academia e Empresa (Cláudia Izique) –... Ao longo de seus 36 anos de existência, a Coppeltec (Coordenação de Projetos, Pesquisa e Estudos Tecnológicos da Coppe da UFRJ) já desenvolveu cerca de 10 mil projetos para o setor privado – 38% deles na área de energia. O principal cliente é a Petrobras, com a qual a Coppeltec mantém parceria desde 1975... A parceria com a Petrobras resultou em mais de quinhentas pesquisas de mestrado e de doutorado sobre exploração, produção, transporte, refino e distribuição de petróleo, que contribuíram para consolidar a expertise nacional na área. ... As pesquisas da Coppeltec já resultaram na solicitação de registro de 72 patentes, dez delas no exterior.” [3; pg. 93/5]

“Iniciativa Acadêmica Transforma Recife Em Cluster De TI (Cláudia Izique) – O Porto Digital, instalado no Recife, Pernambuco, foi criado em 2000 e, em menos de quatro anos, ganhou projeção internacional como um dos mais importantes clusters de tecnologia da informação e comunicação na América do Sul. Reúne uma centena de empresas nacionais de base tecnológica e gigantes mundiais como a IBM, Motorola, Nokia e Microsoft. Gera 2,5 mil empregos diretos e negócios que já representam 3,5% do Produto Interno Bruto do estado.... O Cesar funciona como uma incubadora de empresas de tecnologia da informação (TI), que nascem para atender a uma necessidade do mercado... Além de transformar a pesquisa em tecnologia da informação em produtos, criar um mercado de trabalho para os alunos da UFPE e fomentar a constituição de um polo regional de alta tecnologia, o Cesar induziu a modernização dos conteúdos dos cursos do Centro de Informática.” [3; p. 95/7]

Estes exemplos tornam claro a existência de capacidade inovadora, e mais do que isto de criar empreendimentos sustentáveis e com projeção internacional. Não tem um volume maior de exemplos face fatores outros. Alguns destes encontram-se descritos no texto a seguir – “O Brasil apresenta melhor desempenho em pilares mais avançados como inovação e sofisticação empresarial e pior desempenho nos pilares básicos como infraestrutura e governança das instituições. Esta inversão se explica pela inserção do país em cadeias produtivas e econômicas globais, ao mesmo tempo em que ainda não implementou reformas regulatórias essenciais (tributária, trabalhista e político-administrativa), além de considerável atraso no desempenho na educação (sobretudo

com relação à qualidade da educação básica) e na infraestrutura básica geral.” [4; pg. 6]

Tem-se no último volume da série, publicado em 2010, a proposta de “uma agenda para conduzir a Engenharia e a inovação nacionais a desempenhar seus papéis de agentes de transformação social. Alguns elementos que pautam essa agenda: **Componente Político:** A articulação entre governo, indústria academia... **Componente Econômico:** Ações de fomento governamental à pesquisa focada em projetos geradores de inovações que respondam aos atuais desafios... **Componente Cultural:** Ações voltadas a valorizar a imagem do engenheiro e dar relevância à inovação junto à sociedade brasileira... **Componente Tecnológico:** Ações integradas compatíveis com as vocações nacionais e regionais que possam efetivamente caracterizar vantagens competitiva para o País. **Componente Educacional:** Ações articuladas para melhorar a qualidade e a adequação dos recursos humanos aos desafios do século XXI... Ações de integração universidade-escola de ensino médio com o objetivo de despertar vocações para as ciências exatas e a Engenharia, contribuir para a melhoria do ensino... ampliar a competência desse profissional (engenheiro) para interagir com outras áreas e ter ampla visão dos desafios sociais aqui destacados e sal responsabilidade diante deles. .” [5; pg. 14]

O que falta? Quem bota o guiso no gato? No meu entender, face ao desgaste político, acredito que a mobilização para tal empreitada cabe à sociedade.

5. O ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE GLOBAL E O BRASIL

O estudo realizado pela CNI é restrito a algumas variáveis e nem todas são contrastadas com outros países. Com o propósito de ampliar o diagnóstico e, ao mesmo tempo, contrastar indicadores brasileiros com de outros países, optou-se pelo Índice de Competitividade Global (GCI, sigla em inglês), que é apurado anualmente pelo Fórum Econômico Mundial (WEF, sigla em inglês). Desde 1979, o WEF publica anualmente o GCI, com o intuito de aferir a capacidade de atração de investimentos produtivos por parte dos países participantes do estudo. O processo tem por base a avaliação de cento e onze indicadores, com a participação de organizações e profissionais de todo o mundo, inclusive do Brasil.

Em setembro de 2011, foi publicado o resultado do GCI 2011/2012. A visão macro do país segue-se - “*Brasil melhora cinco lugares para se classificar na posição 53. O país se beneficia de várias vantagens competitivas, incluindo um dos maiores mercados interno do mundo (10º) e um ambiente de negócios sofisticado (31º), permitindo importantes economias de escala e escopo. Além disso, o país tem um dos mercados financeiros mais eficientes (40º) e uma das maiores taxas de “adoção” tecnológica (47º) e inovação (44º) na região. Em uma nota menos positiva, o Brasil ainda sofre de algumas fraquezas que dificultam a sua capacidade para cumprir seu enorme potencial competitivo. Baixa qualidade de sua infraestrutura geral (104º), apesar de seu Programa de Aceleração*

do Crescimento (PAC), os seus desequilíbrios macroeconômicos (115º), a má qualidade global do seu sistema de ensino (115º), a rigidez do seu mercado de trabalho (121º), e insuficiente andamento para aumentar a concorrência (132º) são áreas de preocupação crescente.” [9; pg. 32]

Para se ter ideia do esforço a ser feito para alcançar melhor posicionamento, ressalta-se que os indicadores da Suíça, que ocupa a primeira posição do ranking há três anos, são todos abaixo do 9º, exceto tamanho do mercado - o interno - que é o 39º (população de 7.639.96 em julho de 2011).

Para entender melhor o resultado e avaliar a situação brasileira discorre-se concisamente sobre a forma e o conteúdo do processo de análise. O GCI define a competitividade como o conjunto de instituições, políticas e fatores que determinam o nível de produtividade de um país. Este é um índice abrangente, constitui-se de 111 indicadores agrupados em 12 pilares. Os 12 pilares são apurados separadamente. No entanto eles não são independentes, tendem a reforçar-se mutuamente. Ou seja, uma fraqueza em uma área sempre tem um impacto negativo em outras. Ressalta-se que encontra-se em desenvolvimento a inclusão indicadores de sustentabilidade no GCI. No entanto, durante o Fórum Econômico Mundial (2012), O Índice de Competitividade Sustentável (SCI, sigla em inglês), lançado em sua versão preliminar, ou beta, no relatório 2011/12, reflete o fato de que alguns componentes da sustentabilidade afetam a produtividade nacional no longo prazo, mas não são importantes no curto prazo; se fosse aplicado a correção de sustentabilidade as posições de USA, China, Índia cairiam e a do Brasil subiria, permaneceriam as da Suíça, Cingapura e Finlândia. [9; pg. 47/3]

Em consonância com a teoria econômica dos estágios de desenvolvimento, o GCI assume que, no primeiro estágio, o país compete com base, principalmente, em trabalho não qualificado e recursos naturais, os pilares são: *instituições; Infra-estrutura, o ambiente macroeconômico, Saúde e educação primária*. No segundo, o país se torna mais competitivo, a produtividade aumenta e os salários sobem com o avanço do desenvolvimento, e começa a desenvolver processo de produção mais eficiente e aumentar a qualidade do produto; os pilares deste nível são: *ensino superior e treinamento; eficiência do mercado de bens; eficiência do mercado de trabalho; desenvolvimento do mercado financeiro; disponibilidade tecnológica; tamanho do mercado*. Finalmente, no último patamar os países avançam para a etapa orientada para a inovação, suas empresas são capazes de competir com produtos novos e originais; os pilares são a inovação e sofisticação dos negócios. Segundo o relatório, o Brasil encontra-se no estágio de transição do segundo para o terceiro estágio. [9; pg. 8/9 e 126]

A posição do Brasil no ranking do GCI entre os 142 países, considerando apenas os pilares - sob a ótica macro, e tendo em mente que o primeiro terço vai até a posição 47ª e o último inicia-se na 95ª, são as seguintes: **Requisitos básicos - 83;** *instituições - 77; Infra-estrutura - 64, ambiente macroeconômico - 115; e Saúde e educação primária - 87; Potencializador de eficiência - 41; Ensino superior e*

treinamento - 57; eficiência do mercado de bens 113; eficiência do mercado de trabalho - 83; desenvolvimento do mercado financeiro - 43; a disponibilidade tecnológica - 54; tamanho do mercado - 10; Fatores de inovação e sofisticação - 35; sofisticação de negócios - 31; Inovação - 44. [9: pg. 127]

Nos dozes pilares, o Brasil tem apenas quatro no primeiro terço, seis no segundo terço, e dois no último.

Consultando todos os 111 indicadores brasileiros destacam-se os vinte e seis posições acima da 100.^a - qualidade do ensino primário; qualidade do sistema educacional; qualidade do ensino de matemática e ciência; qualidade de infra-estrutura em geral; quantidade de procedimentos para iniciar um negócio; quantidade de dias para iniciar um negócio; e três na última posição, a 142 - volume de importações em percentagem do PIB; peso da regulamentação governamental; extensão e efeitos da tributação.

Observa-se coerência dos índices acima com a nossa realidade descrita neste relato. O gargalo nacional não está na inovação. O que coloca o Brasil na posição 53^a do ranking global são: as instituições, ambiente macro econômico; saúde e educação; eficiência do mercado de bens e de trabalho.

6. CONCLUSÃO

No estudo do CNI o foco é a produtividade da indústria brasileira, que, em grande medida, depende de inovação. A pesquisa tem por foco o profissional de Engenharia, seu maior contingente responsável pela inovação. O diagnóstico aponta a deficiência de qualidade e quantidade dos profissionais de Engenharia como responsáveis pela baixa produtividade da indústria brasileira. Por esta razão, a inovação produzida não chega ao mercado. Propugna por investimentos em proveito do crescimento do número de profissionais engenheiros, em particular por engenharia de base tecnológica.

O diagnóstico do WEF/GCI aborda a produtividade de cada país no contexto amplo da atividade e contrasta-os com os demais. A capacidade inovadora do Brasil é reconhecida no estudo do WEF/GCI.

Ambos têm diagnósticos coincidentes, em alguns pontos, em particular no quesito educação, onde apontam deficiências em todos os níveis do sistema educacional. Portanto, constitui ação fundamental para o Brasil galgar posições destacadas no concerto das nações, investir na melhoria da qualidade do sistema educacional, esta é consentânea com a inclusão social.

O século XXI tem por motor TIC. Logo, torna-se fundamental aproximar os profissionais do setor de TIC da indústria nacional. Esta tecnologia tem sido responsável por melhorias introduzidas em processos e produtos existentes, e, principalmente, inova criando novos. Ou seja, tem quebrado sucessivamente paradigmas em todas as atividades humanas.

Como a inovação tem que chegar ao mercado para gerar riqueza, renda, postos de trabalho e remunerar todo o processo, torna-se ponto crítico que afeta indistintamente todas as atividades produtivas; e, frequentemente, tem sido abordado de forma pontual e/ou em resposta a uma dada

conjuntura setorial. Além do mais, têm-se práticas políticas paroquiais e personalistas. Portanto, devem ser realizados investimentos visando a: o aumento de qualidade da infraestrutura em geral; a redução da quantidade de procedimentos e do prazo para iniciar um negócio; a redução do volume de importações em percentagem do PIB; a simplificação da regulamentação governamental; a redução da extensão e dos efeitos da tributação.

Portanto, deve ser elaborado Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável com o propósito de resolver os gargalos apontados, com visão de três décadas. Os setores a ser fomentados devem, em princípio, observar as características nacionais e regionais.

Desafio grande! Primeiro por não fazer parte de a vida brasileira planejar e executar o planejado, e, principalmente, ao longo de sucessivos mandatos, em dos os três níveis do executivo. Além do mais, têm-se práticas políticas paroquiais e personalistas.

Estes desafios são grandes e demandam mais de uma década para que se tenha o resultado almejado. Para se quebrar este paradigma, tem-se que conscientizar e mobilizar a sociedade civil e membros dos três poderes para que estas metas façam parte de Política Pública de Estado, no mínimo por três décadas consecutivas.

Convido a todos a se engajarem nesta jornada de evolução brasileira..

REFERÊNCIAS

- [1] CGEE, Portal Inovação in <http://www.portalinovacao.mct.gov.br>
- [2] C. P. de Campos A. C., Marcon, A. P. Poiani, O Brasil no contexto mundial da inovação tecnológica, Pesquisa & Debate, SP, volume 20, número 1 (35) pp. 73-96, 2009
- [3] CNI/IEL, Inova engenharia propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil, Brasília, 2006, 103 p
- [4] CNI/SESI/SENAI/IEL, BRASILTEC: Proposta do Programa Brasileiro de Aceleração Tecnológica em Engenharia, Brasília, 2008, 39p.
- [5] CNI/SENAI e PUC/Rio, Engenharia para o Desenvolvimento: Inovação, Sustentabilidade e Responsabilidade Social como Novos Paradigmas. Brasília, 2009. 290 p.
- [6] H. Etzkowitz, The Triple Helix of University - Industry - Government Implications for Policy and Evaluation. Working paper 11, Science Policy Institute Drottning Kristinas, Stockholm. 2002, in www.sister.nu
- [7] Museu da Computação e Informática - MC, in <http://www.mci.org.br/linha tempo/index.html>
- [8] V. Dantas, Guerrilha Tecnológica, Livros Técnicos e Científicos Ltda., 1988.
- [9] World Economic Forum - WEF, The Global Competitiveness Report 2011-2012, Editor WEF, Geneva, Switzerland 2011

Un portal con competencias para mejorar la accesibilidad Web de las personas con discapacidad en Colombia

Saulo de Jesús
TORRES RENGIFO Facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación,
Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda
Código Postal 6600100, Colombia

Luis
RODRIGUEZ BAENA Facultad de Informática,
Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid
Código Postal 28006, España

y

Carlos Augusto
MENESES ESCOBAR Facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación,
Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda
Código Postal 6600100, Colombia

RESUMEN

Como desarrollo de uno de los objetivos específicos de la investigación de tesis doctoral “**Metodología de evaluación de accesibilidad Web para personas con limitaciones visuales en Colombia**” y con base en el problema formulado: *Falta de condiciones para que las personas con limitaciones visuales accedan a la información Web*, se define el objetivo específico de desarrollar **un Centro de recursos en línea sobre accesibilidad Web para personas con limitaciones visuales**.

Este trabajo permite, mediante una métrica percentil particular, establecer un sistema de información en línea que facilita una clasificación de los sitios Web más accesibles, basados en los resultados entregados por AChecker (software libre que evalúa sitios Web), de acuerdo con las pautas de la WCAG 2.0. Dicha clasificación se entrega en forma de un top 21 que muestra los sitios web más accesibles, dentro de un determinado número de páginas registradas al momento de la consulta. De esta manera se genera una competencia entre los sitios Web evaluados, que lleva a sus diseñadores a tener como reto, el alcanzar los máximos niveles de accesibilidad.

Palabras clave: Accesibilidad, AChecker, Pautas de Accesibilidad, Personas con limitaciones visuales, WCAG.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Formulación del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 1.000 millones de personas en el mundo poseen algún tipo de discapacidad, lo que equivale aproximadamente a un 15% de la población mundial. En Colombia, el número de personas discapacitadas está alrededor de dos millones setecientos mil [3] (DANE, 2005). Esta proporción mundial de personas discapacitadas, ha venido en aumento, como lo expresa ARTHUR CALASANS, quien además agrega: « Hoy en día la

discapacidad se considera una cuestión de derechos humanos. Las personas están discapacitadas por la sociedad, no sólo por sus cuerpos. Estos obstáculos se pueden superar si los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, los profesionales y las personas con discapacidad y sus familias trabajan en colaboración. »[6] (OMS.; CALASANS, A. 2011).

En la actualidad, las diversas páginas Web con sus múltiples esquemas y gran potencial de servicios, son accedidas fácilmente por aquellas personas que no tienen limitaciones físicas severas ni poseen dificultades tecnológicas para el acceso a la información Web, lo que no sucede con las personas con limitaciones físicas y las personas que utilizan ayudas tecnológicas de bajo desempeño, que a menudo enfrentan muchos problemas cuando desean acceder al contenido en la Web.

A pesar de que los grandes adelantos en Tecnología Web, ofrecen las condiciones necesarias para el adecuado diseño de sitios que suplan las necesidades de esta última población y les permita un fácil acceso de acuerdo a sus características, anualmente se crean millones de páginas Web de manera arbitraria y poco controlada, sin seguir los estándares para la creación de las mismas y sin preocuparse por su accesibilidad, dejando de lado la posibilidad de acceso a información web, a las personas con alguna discapacidad física, quienes posiblemente representan un mercado activo, potencialmente lucrativo.

1.2. Justificación

El artículo 13 de la Constitución Colombiana plantea: “Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación...”. Este artículo puede dar lugar a tutelas para que los discapacitados exijan como derecho fundamental su equiparación de oportunidades para el acceso a la Web. Al final dice: “El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados. El Estado protegerá especialmente

a aquellas personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan”. Además, la Constitución Colombiana en su Artículo 20 señala que: « Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información, veraz, imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación ». Por lo tanto, se puede inferir que esto aplica sobre el acceso a la Web, ya que todo individuo dentro del territorio colombiano debe contar con las mismas oportunidades, sin importar su locación, nivel social o escolar, entre otros.

La accesibilidad en los sitios Web de las entidades públicas colombianas cobra cada vez más importancia a partir del Manual de Gobierno en Línea (MINISTERIO DE COMUNICACIONES, 2008) y del decreto 1151 de 2008 que plantea cinco fases por las cuales deben pasar todos los sitios de entidades públicas nacionales:

1. Información en línea
2. Interacción en línea
3. Transacción en línea
4. Transformación en línea
5. Democracia en línea

El Manual de Gobierno en Línea y el decreto 1151 de 2008, expresa para la Democracia en línea: « El ciudadano participa activamente en la toma de decisiones del estado, construcción y seguimiento de políticas, planes, programas y temas legislativos». La tercera versión de este manual se publicó en marzo de 2011, [5](MTIC, 2011).

De acuerdo a lo anterior, los desarrolladores de contenido Web en Colombia presentan un bajo índice en conocimientos de legislaciones, lo que les impide diseñar una Web accesible (21,9%), en conocimientos técnicos para diseños accesibles (31,6%) y en sensibilidad hacia la accesibilidad Web (38,3%). Los datos anteriores están basados en la Investigación Tutelada en [10] (TORRES, S.; RODRÍGUEZ, L. 2009) y en los resultados obtenidos según estudio estadístico mediante encuesta aleatoria de opinión, inicialmente a 70 maquetadores Web de diferentes ciudades de Colombia publicado en [9] (TORRES, S.; BUENO, J. 2009), posteriormente ampliado a 100 diseñadores Web y presentado en ponencia en el XVII Simposio Internacional de Modelos Matemáticos Aplicados a las Ciencias (SIMMAC), San José de Costa Rica, febrero de 2010.

2. OBJETIVO

Desarrollar *un centro de recursos en línea sobre accesibilidad Web para personas con limitaciones visuales.*

Dicho trabajo, se inicia con un sistema de información que permite en tiempo real y en línea, la clasificación de direcciones Web que libremente sean ingresadas al sistema, denominado “VERWEB”, con base a una métrica percentil particular de los resultados entregados por: "Government of Ontario's Enabling Change Program", conocido como "AChecker", versión 1.2 (software libre que evalúa la accesibilidad de un sitio Web), en cumplimiento de los estándares exigidos por la Guía de accesibilidad al contenido en la Web WCAG 2.0 en sus niveles de conformidad A, AA y AAA. “VERWEB” muestra en línea y en tiempo real las primeras 21 direcciones Web categorizadas de “MÁS ACCESIBLES” en la métrica percentil particular propuesta. Con este sistema de información a futuro se tendrá el

contenido de la base de datos recaudada con el uso del sistema, para posibles análisis estadísticos de las tendencias y otros datos de interés en lo referente a la accesibilidad Web.

3. RECURSOS UTILIZADOS

3.1. Estándares y evaluador utilizado para la accesibilidad Web

Se adoptan los estándares de la W3C en la Iniciativa para la Accesibilidad Web [11] (WAI) de la WCAG 2.0, con 4 principios: Perceptibilidad, Operabilidad, Comprensibilidad y Robustez en 12 pautas con 61 criterios de conformidad a evaluar en 3 niveles de conformidad A, AA, AAA [12] (WCAG, 2008), también adoptados como, normas de facto para Europa y se utiliza la nueva versión 1.2 del software de fuentes abiertas AChecker liberado el 3 de marzo de 2011, que evalúa la accesibilidad de los sitios Web [1] (ACHECKER, 2011).

3.2. La métrica establecida para las competencias de las Top 21 páginas Web más accesibles

Después de un significativo adelanto en métricas con los trabajos en [2](ASCENCIO, J.; BUENO, J.; MIRA, I.; TORRES, S. 2009), [8] (RODRÍGUEZ, N.; TRIANA, J.; TORRES, S. 2010) y [7] (PÉREZ, H.; SAVOGAL, F.; TORRES, S. 2011) se tiene:

Para la implementación de la métrica propuesta, se utiliza como datos relevantes los resultados entregados por el software libre AChecker.

El análisis de una URL por AChecker entrega información de tres tipos: (*know, likely and potential*), problemas conocidos ó detectados (X1), probables ó recomendaciones de advertencia (X2) y potenciales ó por revisar tal vez con posibles correctivos que se deben realizar manualmente (X3) para cada uno de los 61 Puntos de Verificación ó Criterios de Conformidad de accesibilidad de las 12 pautas de la WCAG 2.0, distribuidas en cuatro principios: perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez.

Cada Punto de Verificación perteneciente a un Nivel de Cumplimiento para la accesibilidad así: A, AA, AAA como aparece en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1
Total puntos de verificación por principio

Principio	# Puntos de Verificación			Total
	A	AA	AAA	
Perceptibilidad	9	5	8	22
Operabilidad	9	3	8	20
Comprensibilidad	5	5	7	17
Robustez	2			2
Totales	25	13	23	61

Fuente: Elaboración Propia.

Para el cálculo percentil de la métrica de evaluación de accesibilidad en los niveles de cumplimiento, se tiene la siguiente proporción, la que para futuro se denominará “Proporción base”:

$B1 / (X1 + X2 + B1)$ presentado en porcentaje

Donde:

- B1 puntos detectados buenos, $B1 = TP1 - X1$
- TP1 total de puntos del nivel de cumplimiento en evaluación
- X1 problemas detectados en el mismo nivel de cumplimiento en evaluación
- X2 número recomendaciones advertencias

Nótese que X3 problemas potenciales o por revisar; no se incluye en el cálculo del porcentaje de accesibilidad, dado que los resultados de este tipo entregados por AChecker son supuestos problemas que deben verificarse manualmente, aunque si bien, este resultado puede ser utilizado para dirimir entre dos mediciones equivalentes.

Recuérdese que los puntos a verificar para la WCAG 2.0 se conocen como Criterios de Conformidad. Cada Criterio de Conformidad está asociado a un nivel de cumplimiento A, AA, AAA. Donde el Nivel de Conformidad A, se obtiene con todos los Criterios de Conformidad del nivel de cumplimiento A. El Nivel de Conformidad AA, se obtiene con todos los criterios de conformidad de los niveles de cumplimiento A y AA. El Nivel de Conformidad AAA, se obtiene con todos los criterios de conformidad de los niveles de cumplimiento A, AA y AAA. Estableciendo un promedio ponderado así:

Nota: Para los cálculos siguientes se abrevia, Nivel de Cumplimiento por (NCu).

- Nivel de Conformidad A = (NCu)A.
- Nivel de Conformidad AA = $(25*(NCu)A + 13*(NCu)AA) / 38$.
- Nivel de Conformidad AAA = $(25*(NCu)A + 13*(NCu)AA + 23*(NCu)AAA) / 61$.

Donde 25, 13, 23 son el total de criterios de conformidad en cada nivel de Cumplimiento A, AA y AAA respectivamente.

Nota: cuando el valor X1 es mayor o igual a TP1, la accesibilidad es cero, porque supera en problemas el número de puntos a verificar.

Con el objeto de fomentar una competencia para la accesibilidad entre los sitios Web, se usará la palabra ACCESIBLE.

Los resultados se utilizarán con valores porcentuales de 0 a 100 dada la accesibilidad del sitio Web y se categorizará para completar la palabra ACCESIBLE así:

- 0 a menos de 20 Categoría INACCESIBLE.
- 20 a menos de 30 Categoría A.
- 30 a menos de 40 Categoría AC.
- 40 a menos de 50 Categoría ACC.
- 50 a menos de 60 Categoría ACCE.
- 60 a menos de 70 Categoría ACCES.
- 70 a menos de 80 Categoría ACCESI.
- 80 a menos de 90 Categoría ACCESIB.
- 90 a menos de 100 Categoría ACCESIBL.
- 100 Categoría ACCESIBLE.

La categoría ACCESIBLE se puede otorgar para cada nivel de conformidad, o si se quiere hacer distinción, aplicar dicha categoría sólo para el Nivel de Conformidad AA para cumplir con las competencias exigidas por el Parlamento Europeo, también para el manual de gobierno en línea de Colombia y entonces evaluar el resultado para el Nivel de Conformidad AAA como ACCESIBLE+.

4. EL SISTEMA DE INFORMACIÓN “VERWEB”

Como la base preliminar de un sistema de recursos en línea sobre la accesibilidad web, se presenta “VERWEB” atendido por la línea accesibilidad del grupo de investigación nyquist, en un servidor del programa ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia-UTP- en la siguiente url:<http://accesibilidad.utp.edu.co/>

4.1 Sobre la Plataforma:

El sistema se instaló sobre un servidor Debian, con las siguientes características:

- Distributor ID: Debian
- Descripción: Debian GNU/Linux 6.0.3 (squeeze)
- Release: 6.0.3
- Codename: squeeze
- Linux accesibilidad 2.6.32-5-amd64 #1 SMP Tue Jun 14 09:42:28 UTC 2011 x86_64 GNU/Linux

4.2. Lenguaje de programación PHP:

PHP es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Se usa principalmente para la interpretación del lado del servidor (server-side scripting) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica usando las bibliotecas Qt o GTK+.¹

4.3. Savant, versión 3²:

Es un sistema de plantillas poderoso y sencillo, liviano, orientado a objetos de programación en PHP; Existen otros frameworks³ para facilitar el trabajo de diseño web en PHP. Este sistema de plantillas para programar en PHP, permite separar la lógica de programación de la data, y la presentación de resultados se hace mediante plantillas.

La elegancia de la solución, y la legibilidad facilitan enormemente acometer proyectos de estudio como el proyecto “VERWEB”. Su funcionalidad está explicada en un sencillo manual de operación⁴.

¹<http://es.wikipedia.org/wiki/PHP>

² <http://phpsavant.com/>

³ Framework: Marcos de trabajo,-
<http://www.phpframeworks.com/>

⁴ <http://phpsavant.com/docs/>

La instalación del sistema de plantillas Savant3, se hace mediante el framework PEAR.- ("PHP Extension and Application Repository")⁵, es el método recomendado por los desarrolladores para instalar el framework Savant3.

4.4. postgresSQL⁶:

Se utiliza la Base de datos postgresSQL, que es un sistema de gestión de data objeto-relacional, distribuido bajo licencia "BSD"⁷, con código fuente abierto y disponible para los usuarios del sistema, Es quizá la mas potente base de datos relacional disponible hoy, y sus prestaciones podrían ser superiores a las de cualquier base de datos relacional comercial.

- Usa un sistema cliente-servidor.
- Usa multihilos y multiprocesos para mayor estabilidad del sistema.
- Es un sistema "ACID"⁸, -Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad.
- Integridad referencial.
- Procedimientos almacenados, pl/pgSQL, y otros lenguajes...

Con todos estos recursos y plataforma se espera lograr un Observatorio permanente en línea con su Laboratorio de Accesibilidad Web, que sirva como referente investigativo sobre las nuevas técnicas y desarrollos, así como también la valoración permanente de los sitios Web más relevantes de Colombia en términos de accesibilidad para todos. Ya se está en la puerta de una más eficiente Metodología de Evaluación que no se puede considerar finalizada, visitando: <http://accesibilidad.utp.edu.co/>.

5. CONCLUSIONES

- A pesar de que las estadísticas mundiales y nacionales muestran un significativo porcentaje de personas en condición de discapacidad, más de mil millones de discapacitados en el mundo y entre ellos más de 2 millones setecientos mil en Colombia, además de las personas que transitoriamente entran en discapacidad por lesiones o recursos físicos no adecuados, no se garantiza aún el diseño de sitios Web accesibles para este tipo de población en Colombia, y en el resto del mundo.
- Dado que la Constitución Política de Colombia establece el derecho a la igualdad de todos y cada uno de los ciudadanos, sin discriminación alguna de raza, clase social o condición física o económica; en Colombia se vulnera este derecho constitucional al existir un bajo índice de conocimiento sobre legislaciones (21,9%), desconocimiento de técnicas (31,6%) y falta de sensibilidad (38,3%) en los diseñadores Web, que les impide la construcción de sitios Web accesibles para las personas en condición de discapacidad.
- El desarrollo de **un centro de recursos en línea sobre accesibilidad Web para personas con limitaciones**

visuales, representa una herramienta poderosa para la evaluación permanente de la accesibilidad Web, lo que conlleva a su vez al mejoramiento continuo y sensibilización de los diseñadores, ya que define las métricas, pautas y estándares para cumplir con las condiciones de accesibilidad web para discapacitados visuales, generando un ambiente óptimo y más humano dentro de un contexto de sana competencia por ocupar los mejores puestos del Top 21 de dicho Centro.

- **Un centro de recursos en línea sobre accesibilidad Web para personas con limitaciones visuales**, se convierte en un espacio de aportes multidimensionales en la red, ya que no sólo se evalúa y se mide el nivel de accesibilidad de los Sitios Web, sino que se generan competencias lúdicas por mejorar y se orienta al diseñador Web sobre los conceptos y estructuras para el desarrollo de páginas de Internet, así como se le ofrece a la población en condición de discapacidad, una mayor posibilidad de ser tenidos en cuenta y no ser más discapacitados por la sociedad tal como lo plantea ARTHUR CALASANS [6](OMS.; CALASANS, A. 2011).
- Según los resultados de la presente aplicación, se evidencia la importancia de apoyar y difundir el conocimiento de las directrices para el diseño de una Web Accesible, con movimientos participativos tanto de los profesionales dedicados al diseño Web, como de los mismos usuarios en condición de discapacidad.
- En los grupos de investigaciones de una universidad como la UTP, un portal como "VERWEB", con competencias de las Top 21 páginas Web más accesibles, donde se puedan publicar observaciones, estudios e investigaciones tendientes a mejorar la accesibilidad Web para las personas con discapacidad, es un gran paso en el camino de encontrar una metodología de evaluación de accesibilidad Web para discapacitados que sirva como referente nacional para orientar los diseñadores Web.

6. REFERENCIAS

- [1] ACHECKER. (2011). AChecker. [en línea]. <<http://atutor.ca/credits.php>> [Consultado el 09 de enero de 2012].
- [2] ASCENCIO, J.; BUENO, J.; MIRA, I.; TORRES, S. (2009). "Metodología de Evaluación de Accesibilidad Web para personas con Limitaciones Visuales". Trabajo como proyecto de pregrado (UTP), (diciembre de 2009) p. 1-200.
- [3] DANE, (2008). Indicadores Básicos Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) [en línea]. Bogotá: <http://www.dane.gov.co/files/comunicados/cp_tic_a_gos08.pdf>
- [4] JIMÉNEZ, C. (2009). "Diagnóstico cerebro total", [En línea], < <http://www.ludicacolombia.com>>
- [5] MTIC. (2011). "Manual para la implementación de la estrategia de gobierno en línea de la república de Colombia versión 3". [en línea]. Bogotá Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones <http://programa.gobiernoenlinea.gov.co/apc-aa-files/Manual_GEL_V3_0_Ajustado_Abr_7_11.pdf> [consultado el 5 de NOVIEMBRE de 2011].

⁵<http://pear.php.net/>

⁶ http://www.postgresql.org/es/sobre_postgresql

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Licencia_BSD

⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/ACID>

- [6] OMS.; CALAZANS, A. (2011). 10 datos sobre la discapacidad. [en línea] <<http://www.who.int/features/factfiles/disability/es/index>>
- [7] PÉREZ, H.; SAVOGAL, F.; TORRES, S. (2011). “ANAWE creación de un prototipo que evalúe el estado de la accesibilidad en Colombia”. Trabajo como proyecto de pregrado (UTP), (junio de 2011) p. 1-132.
- [8] RODRÍGUEZ, N.; TRIANA, J.; TORRES, S. (2010). “EVALUACIÓN DEL GRADO DE ACCESIBILIDAD DE LA WEB DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA MEDIANTE LA ESPECIFICACIÓN DOBLE A DE WCAG 2.0”. Trabajo como proyecto de pregrado (UTP), (agosto de 2010) p. 1-233
- [9] TORRES, S.; BUENO, J. (2009). “De que sirven señas de mudos para un ciego y la voz hablada para un sordo”. Ciencia y Técnica (UTP), n° 42 (agosto de 2009) p. 183-186.
- [10] TORRES, S.; RODRÍGUEZ, L. (2009). “Metodología de Evaluación de Accesibilidad Web para personas con limitaciones Visuales”. Trabajo de Investigación Tutelada (UPSAM), n° (septiembre de 2009) p. 1-175.
- [11] WAI. (2011) “Designing for Inclusion”. [en línea]. <<http://www.w3.org/WAI/users/Overview.html>> [Consultado el 02 de Noviembre de 2011]
- [12] WCAG 2.0, (2009) “Versiones 1.0 y 2.0”, en <<http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php#version>> [consultado el 2 de Octubre de 2011].

Defesa cibernética: um estudo sobre a proteção da infra-estrutura e o software seguro

Eduardo Amadeu Dutra Moresi

moresi@ucb.br

Universidade Católica de Brasília

QS 07 – Lote – EPCT - 71999-700 – Brasília – DF – Brasil

Nelson Santini Júnior

njunior@ucb.br

Universidade Católica de Brasília

QS 07 – Lote – EPCT - 71999-700 – Brasília – DF – Brasil

Rodrigo Jonas Fragola

rodrigo.fragola@aker.com.br

Aker Security Solutions

SHCGN 710/711 Bloco E Loja 53 - 70750-650– Brasília – DF – Brasil

Marco César Bassi

mcbassi@grupohdi.com

Grupo HDI

Rua Joaquim Moreira Dias, 120 - 03226-050 - São Paulo – SP – Brasil

José Eduardo Teixeira Alonso

jeduardoalonso@gmail.com

Universidade Católica de Brasília – Grupo HDI

QS 07 – Lote – EPCT - 71999-700 – Brasília – DF – Brasil

RESUMO

Os ataques cibernéticos apresentam escala mundial crescente e se caracterizam como um dos grandes desafios do século. Este artigo objetiva analisar conceitos de ciberespaço e operações cibernéticas. Esse novo cenário tem obrigado os países a se prepararem para proteger suas redes e seus sistemas de informação de ataques cibernéticos. Portanto, o objetivo desse trabalho é apresentar a conceituação do espaço cibernético como um ambiente informacional, além de analisar alternativas para minimizar os efeitos de ataques cibernéticos.

Palavras-chave: Ciberespaço; Operações Cibernéticas; Segurança da Informação; Segurança da Aplicação; Defesa Cibernética.

1. INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos dos últimos 30 anos promoveram um aumento substantivo por produtos e serviços baseados em tecnologia, especialmente os relacionados com computação, telecomunicações, automação, robótica, bioinformática, mecatrônica, nanotecnologia, dentre outras [1]. Tal demanda se apóia nos seguintes fenômenos: elevada convergência tecnológica; aumento significativo de sistemas e redes de informação, bem como da interconexão e interdependência dos mesmos; aumento crescente e bastante substantivo de acesso à Internet e das redes sociais; avanços das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs); aumento das ameaças e das vulnerabilidades de segurança cibernética; e ambientes complexos, com múltiplos atores, diversidade de interesses, e em constantes e rápidas mudanças.

As ameaças por força da natureza ou as intencionais (sabotagens, crimes, espionagem, terrorismo e guerra)

ganham uma conotação e dimensão muito maior quando se trata do uso do espaço cibernético. A comunicação passa a exercer uma influência muito diferente da mídia clássica, porque é nesse espaço que a mensagem se torna interativa, ganha uma plasticidade e tem uma possibilidade de mutação imediata. Assim, cada pessoa pode se tornar um sensor ativo, ou seja, recebendo, interpretando e propagando informações, situação oposta ao que acontece com as mídias tradicionais.

Os ataques cibernéticos apresentam escala mundial crescente e se caracterizam como um dos grandes desafios do século. A Segurança e a Defesa Cibernética vêm se caracterizando cada vez mais como uma função estratégica de Governo em Economias desenvolvidas, ou não, incluindo questões de: proteção das infraestruturas críticas; segurança da informação e comunicações; cooperação internacional; construção de marcos legais; e capacitação de recursos humanos.

Em relação aos conceitos tanto de Segurança Cibernética quanto de Defesa Cibernética, cabe colocar que estes vêm sendo construídos. Entende-se que o propósito de atuação da Segurança Cibernética compreende aspectos e atitudes tanto de prevenção quanto de repressão. E para a Defesa Cibernética entende-se que a mesma compreende ações operacionais de combates ofensivos [1].

Contudo, a Segurança Cibernética tem marcado um dos grandes desafios a ser enfrentado pelos Governos dos diversos países, particularmente no que se refere à garantia do funcionamento de infraestruturas críticas tais como Energia, Defesa, Transporte, Telecomunicações, Finanças, dentre outras.

Esse novo cenário tem obrigado os países a se prepararem para proteger suas redes e seus sistemas de

informação de ataques cibernéticos, bem como todos os demais segmentos da sociedade. Portanto, o entendimento das ameaças oriundas do espaço cibernético passa a ser um tema estratégico para a proteção do país, de suas organizações e de seus habitantes.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar a conceituação do espaço cibernético como um ambiente informacional, além de analisar alternativas para minimizar os efeitos de ataques cibernéticos.

2. O ESPAÇO CIBERNÉTICO

Esta seção aborda a natureza evolutiva do ciberespaço, focalizando especificamente a sua influência, e implicações para todos os instrumentos de proteção de uma organização.

O Departamento de Defesa norte-americano (DoD) define o espaço cibernético ou ciberespaço como um domínio global dentro do ambiente de informação que consiste na infraestrutura de tecnologia da informação, incluindo a Internet, as redes de telecomunicações, sistemas de informação e sistemas computacionais dotados de processadores embutidos e controladores, incluindo os seus respectivos operadores [2]. Num sentido mais amplo, o ciberespaço é um novo espaço estratégico e comum a todos os países, organizações e pessoas.

Em sua forma mais simples, o ciberespaço consiste de elementos dentro das três dimensões do ambiente de informação global - cognitivo, informações e físico [3]. Por exemplo, alguém gera e articula um pensamento (cognitivo). Para transmiti-lo, ele usa um dispositivo de comunicação (física) onde esse pensamento assume uma representação sistemática de dados (informação), possivelmente representados digitalmente por meios eletrônicos. Em seguida, os dados viajam através de uma variedade de linhas físicas de comunicação (por exemplo, telefone, cabo, fibra ótica, rádio, microondas, etc) até um dispositivo de recepção para ser utilizado por outro usuário para fins cognitivos, ou talvez até um dispositivo físico para executar uma operação (por exemplo, acender uma luz, abrir uma válvula, etc). A estrutura fundamental de processos do ciberespaço é duradoura, mas a sua própria configuração se transforma em função de elementos específicos que produzem as transformações.

O Ciberespaço, como um ambiente global comum, compreende a sinergia de elementos e eventos que criam uma nova estratégia compartilhada por países, organizações e pessoas [2]. Considerando esses bens comuns globais, o ciberespaço tem pelo menos cinco características únicas de preocupação pelos responsáveis pela segurança estratégica:

- custo de acesso é extremamente baixo, basicamente, despesas com um microcomputador e com a taxa de um cibercafé;

- alto grau de anonimato, que impõe esforços para detectar, rastrear e identificar um usuário específico que deseja se esconder;

- capacidade de iniciar uma grande variedade de efeitos físicos independentes de distâncias e à velocidades quase instantâneas;

- um ambiente em expansão, onde cada novo computador ou telefone celular com acesso Internet pode expandir suas fronteiras;

- o ciberespaço não tem dimensões tradicionais de altura, profundidade e comprimento, mas ele tem métricas únicas que podem ser usadas para mapear seus limites e operações.

A natureza dinâmica do ciberespaço se baseia na conectividade. As inovações tecnológicas em computadores e dispositivos móveis têm ampliado a capacidade do cidadão comum para operar livremente nesse espaço virtual. As velocidades de processamento de dados e as mídias de armazenamento digital continuam a crescer exponencialmente [4], devido aos mercados competitivos que impulsionam os preços para baixo. Com 216 países com acesso à Internet, 86 dos quais com pelo menos um milhão de usuários [5], está se tornando difícil encontrar algum lugar do mundo que não seja afetado pelo ciberespaço.

Como os processos do ciberespaço incluem elementos físicos, os governos têm buscado ampliar a capacidade de acesso remoto para controlar sua infraestrutura. Geralmente chamado de Controle de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition*), esses processos de controle buscam aumentar a eficácia operacional e a eficiência para muitas aplicações que incluem sistemas como energia elétrica, petróleo, gás, transporte e telecomunicações [6]. Cabe lembrar que os dispositivos SCADA mais antigos foram projetados e instalados sem levar em conta a segurança. Por outro lado, a maioria dos novos sistemas SCADA usam a Internet para transmitir informações de controle.

Nesse ponto, cabe a seguinte questão: que tipos de ameaças existem nesse novo espaço comum – o ciberespaço? Em geral, os ataques se enquadram em uma das seguintes categorias: a interceptação, a modificação ou a negação da informação [7]. Os ataques podem ser abertos ou dissimulados com efeitos físicos ou não. Os danos resultantes variam muito: de sites desfigurados a milhões de dólares de perdas financeiras; ou de danos físicos reais a equipamentos cujo controle está conectado ao ciberespaço.

Mas, quem são os autores de atividades ilegais no ciberespaço? A grande diversidade de infratores pode ser dividida em quatro categorias de indivíduos (que também podem atuar em grupos): ciber-delinquentes, ciber-criminosos, os ciber-espões e os ciber-terroristas. Cada conjunto de autores difere em suas atitudes e ações de acordo com a sua ideologia (por exemplo, política ou religiosa), o ganho financeiro

pretendido, a atribuição dentro da organização criminosa, o compartilhamento de conhecimento e a destruição de estruturas sociais [7].

Indivíduos ou grupos de categorias diferentes podem se associar para alcançar benefícios mútuos. Há casos documentados em que cyber-terroristas empregaram ciber-criminosos para roubar informações de cartões de crédito e apoiar traficantes de drogas, todos com o objetivo de financiamento de operações terroristas tradicionais [7].

O que ainda não é muito claro é como atores estatais e privados usam o ciberespaço para perseguir os seus objetivos estratégicos. Os contínuos avanços no ciberespaço torna disponível para adversários políticos ou não, a conectividade que pode ser empregada como meio para atacar, degradar e romper as comunicações e o fluxo de informações [8].

Portanto, as operações cibernéticas descrevem os desafios de governos e de organizações privadas para enfrentar uma ampla gama de ameaças e oportunidades que incluem o emprego sustentável de ambientes globais comuns, incluindo o ciberespaço [9]. A tendência contínua de melhora significativa nas tecnologias cibernéticas continuará a mudar a forma como serão planejadas e executadas as operações empregando a informação.

Há uma forte expectativa de que conflitos futuros não só incluirão operações no ciberespaço, mas também que este espaço comum poderá se tornar a principal frente para conflitos irregulares e tradicionais. Ainda não existe uma definição internacionalmente aceita de quando as ações hostis no ciberespaço serão reconhecidas como ataques, muito menos como atos de guerra. No entanto, os estudiosos estão obtendo progressos nesta área, tais como a aplicação de um quadro analítico para determinar se um ataque cibernético equivale ao uso da força de acordo com o preconizado pelas Nações Unidas [10]. A análise de Schmitt considera a intensidade dos danos em cada uma das sete áreas (gravidade, urgência, objetividade, mensurabilidade, invasividade, legitimidade presumida e a responsabilidade) para fornecer uma avaliação composta dos efeitos de um ataque cibernético [11].

As ações ofensivas no ciberespaço são iniciadas usando a infraestrutura da internet e, de acordo com seu caráter transnacional, podem ter origem no estado inimigo ou em outros estados em que existam grupos que se simpatizem com a causa do inimigo ou ainda que possuam redes que possam ser usadas como escravas (*slave*) em um ataque. Estas características, no plano ofensivo de uma operação cibernética, permitem ao atacante o emprego maciço de todos os recursos e meios disponibilizados com o uso das redes de computadores, bem como incentiva a criação de técnicas mais sofisticadas e a sua divulgação em sites.

Alvos vantajosos para uma operação cibernética, segundo a importância das suas infraestruturas, são as redes de computadores e sistemas que gerenciam e controlam os serviços críticos de: Redes de Telecomunicações; Energia Elétrica; Saúde Pública, Emergência e Água potável; Sistema Financeiro; e Redes Governamentais.

3. AS DIMENSÕES DO AMBIENTE DE INFORMAÇÃO

Nesse ponto, torna-se importante responder a seguinte questão: a informação é um domínio ou um ambiente? Os manuais americanos de Operações de Informação [8,9] definem a informação como um ambiente informacional, que compreende pessoas, organizações e sistemas que coletam, processam, disseminam ou atuam com informação.

O ambiente informacional compreende quatro dimensões distintas, mas interligadas – física, informacional, cognitiva e social, conforme apresentado na Figura 1. A dimensão física engloba os elementos do mundo real e tangível. É nessa dimensão que ocorrem os conflitos cibernéticos. Sistemas de comunicações e de informação existem dentro dessa dimensão e possibilitam que as operações cibernéticas ocorram.

A dimensão informacional representa a própria informação, ou seja, onde a informação é criada, manipulada, armazenada e compartilhada. É nessa dimensão que as decisões são comunicadas e onde as intenções dos decisores são transmitidas, protegidas e defendidas para ampliar o poder de ação de uma organização. Esta dimensão liga o mundo físico real com a consciência humana da dimensão cognitiva, tanto como fonte de entrada (estímulo, sentidos, etc) e para transmitir a saída (intenção, direção, decisões, etc.). Estas ligações são mostradas como setas na figura 1.

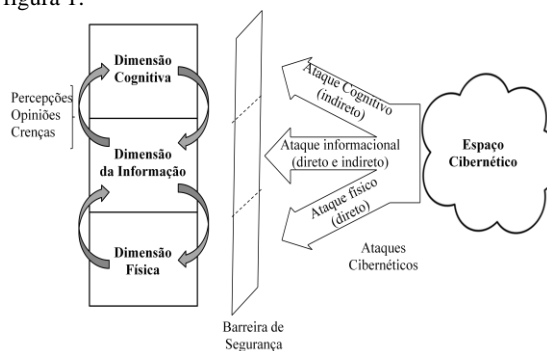


Figura 1 – Modelo conceitual das operações cibernéticas.

A dimensão cognitiva também é abstrata e teórica, por estar focada nos modelos mentais do tomador de decisão, amigo ou inimigo. É nessa dimensão que o indivíduo processa as informações recebidas de acordo com um conjunto próprio de percepções (interpreta a informação), opiniões (dentro de um contexto maior

de como ele percebe o mundo) e crenças (sobre uma base de valores fundamentais). Esses atributos funcionam como uma “janela” para filtrar as informações e fornecem uma sensação de significado e contexto. As informações são avaliadas e processadas para formar decisões que são comunicadas para o mundo físico através da dimensão de informação. Note-se que esta dimensão não pode ser diretamente atacada, mas pode ser influenciada indiretamente através das dimensões físicas e de informação. Essa é a dimensão dos intangíveis: opinião, consciência situacional, liderança, experiência e moral. Esta é a mais importante de todas, por impactar os modelos mentais dos tomadores de decisão.

Não foi mostrada na figura uma dimensão adicional que é a social, que liga o indivíduo a outros, formando uma rede social maior. Esta rede social tem um papel crítico no processo de tomada de decisão humana.

A defesa no espaço cibernético é planejada para assegurar as necessidades de proteção e de defesa da infraestrutura crítica de uma organização ou de um Estado. Os ataques cibernéticos são direcionados para as dimensões física e informacional. Para protegê-las destes tipos de ameaças devem ser observadas quatro metas principais [12]: estabelecer proteção da infraestrutura de tecnologia da informação e da aplicação, visando permitir o uso das redes e sistemas de informação; detectar ataques, para associar contramedidas passivas de proteção; restaurar de forma rápida e eficiente os sistemas que foram comprometidos; resposta de ataque, associando contramedidas ativas.

As ações de proteção enquadram-se em uma das cinco categorias abaixo: confidencialidade - assegurar que as informações não serão divulgadas a pessoas não autorizadas; integridade - garantir a coerência das informações impedindo criação não autorizada, alteração ou destruição de dados; disponibilidade - garantir que usuários legítimos não sejam impedidos indevidamente de ter acesso a recursos computacionais, informações e recursos de comunicações; não-repúdio - assegurar que as informações transmitidas foram recebidas pelo destinatário final; autenticação de sistemas amigos - garantir a identidade do requisitante de uma transação.

Os próximos itens tratarão da proteção da infraestrutura e da identificação de vulnerabilidades em aplicações de software.

4. A PROTEÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A proteção física hoje é constituída por dispositivos de segurança de sistema que visam isolar os sistemas críticos do mundo exterior ou de parte do mundo

exterior com o intuito de minimizar as possibilidades de ataques bem sucedidos. Esse isolamento é mais restritivo quando se trata de sistema de defesa.

Entende-se por sistema, “toda e qualquer parte interconectada necessária para a execução de uma determinada operação”. Além disso, sistemas podem envolver pessoas, máquinas e software.

Com a atual introdução de CLOUD, dispositivos remotos (celulares e PDA’s), maior complexidade dos dispositivos de automação (câmeras IP, componentes de gestão industriais remotos), aumenta a complexidade para a elaboração de projetos de isolamento destes componentes. Estes três fatores estão contribuindo e muito para dificultar ações de segurança, principalmente para soluções críticas ou de defesa.

A proteção física hoje é dividida em quatro tipos de soluções:

- soluções baseadas em filtros estáticos, como Firewalls, filtros de sites ou regras de email ou regras de acesso a estação de trabalho ou dispositivos remotos. Utilizados para gerar um funil de dados, evitando ataques em sistemas não relacionados com a operação. Estes filtros devem ser feitos tanto de dentro para fora quanto de fora para dentro da estrutura ou componente da estrutura;
- soluções adaptativas que tem suas regras montadas a partir de bases de conhecimento dinâmicas, como analisadores de URLs, IDS/IPS, anti-spam e detectores de anomalias comportamentais (redes e estação de trabalho). Utilizados para evitar a penetração através de dispositivos que entram na rede com a permissão dos usuários e administradores, seja intencional ou acidental e erros de operação;
- controle de acesso e criptografia de fluxo de dados, como soluções de autenticação forte e VPN (HTTPS ou IPSEC);
- soluções de cruzamento de dados, monitoramento e tratamento de incidentes, de preferência integradas, para o acompanhamento de soluções rápidas e integradas de potenciais eventos de segurança, além de alarmes para situações suspeitas.

Estas soluções devem ser levadas em consideração na execução do projeto e em sua concepção inicial, principalmente com a entrada de novas tecnologias citadas anteriormente.

Em relação a aspectos de Defesa, deve-se levar em consideração quatro pontos fundamentais e obrigatórios:

- criptografia e autenticação integral de toda comunicação entre componentes no nível de rede e aplicação, tanto entre máquinas (automatizado), entre pessoas e máquinas, e entre pessoas;
- isolamento completo da infraestrutura quando possível ou de parte da infraestrutura com implementação de barreiras sucessivas;

- isolamento completo dos sistemas embarcados ou sistemas operacionais de forma a bloquear o acesso interno e externo a portas e aplicações não utilizadas por caminhos não convencionais;
- controle da tecnologia, sobre o código fonte ou sobre a produção dos sistemas que compõem a operação, através de acordos técnicos. A Auditoria se faz necessária neste tipo de ambiente. O controle dos componentes responsáveis pela segurança é obrigatório.

As ameaças cibernéticas e as disputas comerciais no âmbito global transformaram as portas de entrada não autorizadas em ferramentas corporativas e de controle do estado. Estas portas podem ser inseridas por artefatos externos gerados especificamente para esta função ou inseridas propositalmente em dispositivos eletrônicos, seja em software ou até mesmo em hardware para causar parada de operação ou controle e coleta de informação.

5. IDENTIFICANDO VULNERABILIDADES EM SOFTWARE

A importância da segurança da informação cresceu significativamente com aumento de atividades que são realizadas através da Internet. Troca de informações entre indivíduos e organizações, Internet Banking e comércio eletrônico são exemplos de situação onde a segurança da informação pode ser decisiva na construção imagem pública e obtenção de resultados. As organizações focaram fortemente em resolver as questões de segurança na camada de infraestrutura, com firewall, anti-spam, controles de acesso, antivírus etc., e com isso reduziram significativamente sua exposição a riscos e vulnerabilidades.

No entanto, a segurança no nível da aplicação despontou como principal origem das vulnerabilidades. São falhas que permitem a obtenção de dados privilegiados, a execução de programas maliciosos, roubo de identidade e até o total comprometimento de serviços, e tudo isto tem como porta de entrada aplicações legítimas das empresas. Tomar conhecimento destas falhas e agir para solucioná-las em conjunto com as áreas de infraestrutura e desenvolvimento são imprescindíveis para a gestão de qualquer organização.

Organizações internacionais de apoio e normalização do acesso à Internet têm trabalhado incessantemente para identificar e mapear as possibilidades de ataque, bem como as contramedidas a serem adotadas em cada caso, entre elas a OWASP (*The Open Web Application Security Project*) [13]. Trata-se de uma organização sem fins lucrativos que tem a missão de tornar a segurança de aplicações visível para que pessoas e organizações possam tomar decisões sobre reais riscos de segurança de aplicações, organizando listas de referências sobre riscos, vulnerabilidades e ataques, além de disponibilizar este material para todos os públicos interessados.

Outra organização é o W3C (*World Wide Web Consortium*) [14], que é uma comunidade internacional responsável por definir padrões da Web Internet, com o objetivo de levar a Web a seu potencial máximo, e por publicar padrões e referências sobre o funcionamento das tecnologias Web.

As vulnerabilidades são catalogadas por tipo crescente de impacto (do menos invasivo ao mais invasivo) e proposta apresentada nesse trabalho visa contextualizar como deve ser testada cada uma das vulnerabilidades, bem como identificar que contramedida mais simples deve ser executada para que a vulnerabilidade não seja explorada por ataques cibernéticos.

Algumas das vulnerabilidades que são citadas pela OWASP são as seguintes: entrada de dados não validada; quebra da administração de autenticação e sessão (uso das credenciais da conta e cookies da sessão); ataques ao *cross-site scripting* (XSS); *overflow* do *buffer*; defeitos de injection (por exemplo, structured query language (SQL injection); administração incorreta dos erros; armazenagem insegura; recusa de serviço; administração de configuração insegura; autenticação; autorização (separação de privilégios); gerenciamento de sessão (gerenciamento de cookies); validação de entrada/dados (troca de dados entre aplicações); auditoria (logging); criptografia (armazenamento inseguro de dados); configuração insegura.

Cada uma destas vulnerabilidades pode ser identificada de maneira automatizada ou semi-automatizada, permitindo que se possa adotar medidas preventivas na fase de elaboração e construção da aplicação (desenho e programação) e também podem ser detectadas em aplicações já construídas (como trabalho de detecção de defeitos e certificação de segurança de aplicações).

Em ambos os casos, pode-se utilizar técnicas de automação manual ou de alta automação. Com o uso de alta automação [15], as vulnerabilidades e os modelos de ataque já estão disponíveis em bancos de conhecimento que são utilizados por ferramentas de auto-programação de robôs de testes existentes no mercado (tais como HP Mercury, IBM Rational, Compuware etc) para que esses robôs identifiquem possíveis falhas e para que, após a identificação e os ajustes necessários, se possa reutilizar os robôs em re-testes até a completa certificação da aplicação.

Um serviço de certificação neste caso é composto pelas seguintes fases: entendimento de arquitetura da aplicação; entendimento funcional da aplicação; desenvolvimento da estratégia de verificação; modelagem do sistema na ferramenta de alta-automatização; execução automatizada ou semi-automatizada; elaboração de relatório de conclusões e orientações para ajustes e correções.

Cabe ressaltar que a identificação de vulnerabilidades manual é de grande ajuda, mas que, por si só, não atende a todas as necessidades de certificação de segurança, tendo em vista que a quantidade de casos a serem testados em aplicações de grande porte quase sempre é muito maior do que a capacidade, em recursos e tempo, da área de segurança de qualquer empresa ou organismo de estado.

Alem disso, o volume de legados computacionais, nestes casos, é enorme, o que impede que todos os sistemas existentes sejam homologados e testados de maneira completa. Diante do crescente volume de problemas de segurança da informação encontrado em organizações públicas e privadas e que seguem sendo tratados imaturamente como defeitos de infraestrutura, perpetuando o problema e tornando a solução cada vez mais complexa, já que os sistemas seguem sendo desenvolvidos e novas funcionalidades seguem sendo adicionadas sem o devido foco em construí-las de maneira mais segura.

6. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi apresentar a conceituação de espaço cibernético como um ambiente global comum a Estados, organizações e pessoas. O desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação ampliou as condições de acesso a esse ambiente. Todavia, criou uma nova concepção de embates – as operações cibernéticas, onde ataque e defesa acontecem utilizando a informação.

Para se opor a tais ameaças é preciso proteger três dimensões: a física, a informacional e a cognitiva. A proteção física permite impedir ou minimizar os efeitos de ataques à infraestrutura de uma organização. A proteção informacional visa deter ataques diretos ou indiretos. Os ataques diretos são prevenidos por meio de tecnologias que estão na interface entre as dimensões física e informacional. As possibilidades de ataques indiretos podem ser minimizadas empregando técnicas de desenvolvimento de software seguro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MANDARINO JUNIOR, R.; CANONGIA, C. (Org.). **Livro Verde: segurança cibernética** no BRASIL. Brasília: GSIPR/SE/DSIC, 2010.
- [2] CEBROWSKI, A. K. Transformation and the Changing Character of War? **Transformation Trends**, June 17, 2004. Disponível em: www.hsdl.org/?view&did=448180. Acesso em: 27/03/2011.
- [3] WOOLLEY, P. L. **Defining Cyberspace as a United States Air Force Mission** - Graduate Research Project. Wright-Patterson Air Force Base, OH: Air Force Institute of Technology, June 2006.
- [4] EKMAN, M.; WARG, F.; NILSSON, J. **An In-Depth Look at Computer Performance Growth**. Technical Report 2004-9 (Goteborg: Chalmers

University of Technology, 2004). Disponível em: www.ce.chalmers.se/research/group/hpcag/publ/2004/EWN04/. Acesso em: 10/04/2011.

[5] USA. Country Comparisons—Internet Users. **The World Factbook**, Washington, DC: Central Intelligence Agency, 2009, Disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2153rank.html>. Acesso em: 20/06/2011.

[6] VARNADO, S. G. **SCADA and the Terrorist Threat: Protecting the Nation's Critical Control Systems**. Washington, DC: U.S. House of Representatives, 2005.

[7] ARQUILLA, J.; RONFELDT, D. **Networks and Netwars: The Future of Terror, Crime, and Militancy**. Rand Corporation, 2001.

[8] USA. **U.S. Joint Forces Command, Joint Operating Environment (JOE)**. Norfolk, VA: U.S. Joint Forces Command, 2008.

[9] USA. **Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms**. Joint Publication (JP) 1-02, Washington: DC, 2010.

[10] BEIDLEMAN, S. W. **Defining and Detering Cyber War** - Strategy Research Project. Carlisle Barracks, PA: U.S. Army War College, 2009

[11] MICHEL, J. B.; WINGFIELD, T. C.; WIJESSEKERA, D. Measured Responses to Cyber Attacks Using Schmitt Analysis: A Case Study of Attack Scenarios for a Software-Intensive System. **Proceedings of Twenty-seventh Annual International Software and Applications Conference**, Dallas, TX: Institute of Electrical and Electronics Engineers, November, 2003.

[12] O'HARA, T. F. **Cyber warfare/cyber terrorism**. Master of Strategic Studies Degree Project. CARLISLE BARRACKS: U.S. Army War College, 2004.

[13] OWASP. **The Open Web Application Security Project**. Disponível em: <https://www.owasp.org>. Acesso em 19/09/2011.

[14] W3C. **World Wide Web Consortium**. Disponível em: <http://www.w3.org>. Acesso em: 19/09/2011.

[15] STARC. **Sistema de Teste Automatizado por Reutilização de Código**. Disponível em: <http://www.grupohdi.com>. Acesso em: 25/09/2011.

Metodologías del pensamiento sistémico y su uso en el análisis de la viabilidad de organizaciones rurales en Colombia

José I. VARGAS

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Cundinamarca, 11001, Colombia

Iván A. MONTOYA

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Antioquia, 05001, Colombia

RESUMEN

Las organizaciones rurales como sistemas socio-técnicos afrontan situaciones que, a nivel externo e interno, amenazan a su viabilidad. Tales retos se caracterizan por su complejidad, alto dinamismo y por la imposibilidad, en la mayoría de los casos, de ser caracterizados y tratados por medio de análisis de causalidad lineal. Esta situación motivó el uso de algunas metodologías o corrientes del pensamiento sistémico que analizan los fenómenos que amenazan la viabilidad de las organizaciones rurales en Colombia, así como a plantear modelos de organización con ayuda de teorías como el Modelo de Sistema Viable (MSV), la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland (MSS) y la aplicación de algunas herramientas de la Dinámica de Sistemas y la investigación cualitativa. Los resultados obtenidos indican que en las organizaciones rurales se encuentran limitadas por variables como la mano de obra, los precios de sus productos en el mercado, y el nivel de motivación y compromiso que tengan sus miembros. En respuesta a estas condiciones, se propuso un Modelo de Sistema Viable básico enmarcado en los principios cibernéticos de comunicación y control que permita, por lo menos a nivel teórico, conseguir la visión de viabilidad en las organizaciones rurales estudiadas.

Palabras claves: Pensamiento sistémico, viabilidad organizacional, Modelo de Sistema Viable, organizaciones rurales, desarrollo rural.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, así como en el resto del mundo, las organizaciones son sistemas de actividad humana y social mediante los cuales se busca lograr un objetivo común, que de forma individual cada uno de sus miembros no podrían conseguir. Las organizaciones rurales constituyen estructuras sociales, principalmente de agricultores, cuya formación es alentada por los gobiernos debido a su importancia en el cambio institucional de una nación..., siendo a la vez objeto y productores del mismo [1].

Las organizaciones son susceptibles extinguirse, entendiendo esto no solo como la desaparición de la misma sino también como el no logro de sus objetivos. Son principalmente tres las razones por las cuales ocurre tal extinción; la primera, por factor de inexperiencia que tenga la organización, la segunda se refiere a las fallas que se derivan de impactos tecnológicos negativos o cambios en el entorno. La tercera perspectiva examina las fallas aparentemente inexplicables en la naturaleza de la organización [2]. La segunda y tercera perspectiva son las que se abordan en la presente investigación, cuyo propósito principal es abordar el problema de viabilidad en las organizaciones rurales a través de metodologías del pensamiento sistémico.

2. LAS ORGANIZACIONES RURALES EN COLOMBIA

La organización es un sistema abierto dinámico; esto es, que está caracterizado por un proceso continuado de *input*, transformación, y *output*. El *input* organizacional engloba, por regla general, a persona, materiales y energía; el *output* organizacional está típicamente constituido por productos o servicios, aunque podría consistir básicamente una gratificación psicológica recibida directamente por los miembros. La apertura de la organización como sistema significa que se encuentra en eterna dependencia de su medio ambiente para la absorción de sus productos y servicios y para recibir el necesario *input* que activará los procesos organizacionales de transformación, manteniendo así en existencia a la organización [3].

Cada uno de los elementos constitutivos de una organización tiene una función específica dentro del conjunto, integrada a las diversas funciones particulares que cumple cada elemento, interactuando entre sí y “comunicándose” de manera constante y efectiva a través de procesos de alimentación y retroalimentación. Las interacciones entre elementos internos se ven en alguna medida afectadas por factores internos y externos. Es decir, el conjunto se encuentra situado dentro de algo y con lo cual intercambia influencia [4].

El pensamiento sistémico viene a ser una respuesta epistemológica a la complejidad del mundo que nos rodea y sus fenómenos, que se basa en principios de reciprocidad, conectividad, holismo, indeterminismos, incertidumbre, causalidad mutua, etc. Su aplicación a la comprensión de organizaciones rurales es un paso importante para comprender, de manera más completa, el problema de su viabilidad.

En Colombia no es difícil encontrar organizaciones rurales legalmente conformadas, lo difícil es encontrar que estas funcionen eficiente y eficazmente, sobre todo al tratarse de aquellas cuyo objeto principal es mejorar procesos de comercialización. De hecho, es en este aspecto en el que se encuentran menos acciones colectivas consolidadas [5]. No obstante, las organizaciones rurales son un mecanismo mediante el cual se canalizan recursos de inversión pública estatal, lo que permite mejorar el acceso a mercados y a créditos. Esto último se evidencia en que al año 2010, el 53% de los créditos para el sector agropecuario se entregaron a través de organizaciones [6].

Finalmente, las organizaciones rurales, desde las conformadas netamente por productores primarios, hasta aquellas de mayor nivel que agrupan productores, comercializadores, industriales, entre otros, con enfoque de cadena, son prioridad de trabajo en los próximos años para incrementar la competitividad del sector, diversificar la oferta productiva, acceder a mercados, etc. [7].

3. METODOLOGÍAS DEL PENSAMIENTO SISTÉMICO PARA EL MODELAMIENTO Y DISEÑO DE ORGANIZACIONES RURALES VIABLES

Las organizaciones como sistemas son dinámicas y complejas, al igual que los problemas a los que se enfrentan. Esta dinámica se constituye como un reto en cuanto al cómo entenderlas y modelarlas. Ahora, pasar del entendimiento de una situación problema a su solución, constituyen una serie de pasos, que pueden involucrar modelos de investigación-acción, y requerir de una simulación previa al rediseño o lanzamiento de propuestas intervención [8].

La Metodología de Sistemas Suaves de Checkland (MSS)

Es una metodología que tiene como objetivo introducir mejoras en áreas de interés social al activar entre la gente involucrada un ciclo de aprendizaje que idealmente no tiene fin. Este se lleva a cabo mediante el proceso iterativo de usar conceptos de sistemas para reflexionar y debatir las percepciones del mundo real, llevando a cabo acción en él, y de nuevo reflexionar sobre los sucesos que ocasionó el uso de tales conceptos. La reflexión y el debate se estructuran mediante algunos modelos sistémicos. Éstos se conciben como tipos holísticos ideales en ciertos aspectos de la situación problema, no como representaciones de ésta. Se asume como dado que no se puede proporcionar un objetivo y una representación completa de una situación problema [9].

El proceso comienza por la definición del sistema, la cual lleva consigo determinados conceptos (ver Tabla 1), que gozan de pleno sentido para los observadores de la realidad y que luego son la base para el modelamiento.

Tabla 1. Definiciones raíz a partir del CATWOE [10]

C ('customers')	¿Quiénes son víctimas o beneficiarios con la existencia del sistema?
A ('actors')	¿Quiénes dirigen las actividades del sistema?
T ('Transformation process')	¿Qué entradas se transforman en qué salidas en el sistema?
W ('Weltanschauung')	¿Cuál es la visión del mundo que le da significado al sistema?
O ('owners')	¿Quién puede abolir el sistema o desaparecerlo?
E ('environmental constraints')	¿Qué limitaciones externas acepta el sistema como un hecho?

A partir de las definiciones encontradas se realizan los modelos conceptuales (con cualquier paradigma de pensamiento sistémico), y se encuentran en ellos las diferencias con el sistema real, lo cual a su vez brinda posibles acciones o realizar para lograr la realización de tal visión del sistema estudiado.

El propósito final de la MSS de Checkland es la generación de un proceso de aprendizaje sistémico en el cual varios participantes de una situación problema expresan sus visiones y conocen las de los demás, formando consensos (así sean temporales) o acomodaciones entre aquellos que aun así pueden continuar siendo divergentes [9].

La Dinámica de Sistemas de Forrester

El pensamiento sistémico, la investigación de operaciones y la dinámica de sistemas tienen en común la búsqueda del entendimiento y mejoramiento de los sistemas [11]. La dinámica de sistemas, cuyo estudio inició Jay Forrester, se destaca por avanzar en esa comprensión y mejoramiento a través de modelamiento y simulación

cuya premisa básica es la causalidad. De esta manera, son las causalidades (directas, indirectas y recíprocas) las que definen el comportamiento de un sistema y hacen posible su conceptualización [12].

El proceso básico de la dinámica de sistemas de Forrester, inicia con la comprensión teórica de un sistema. Luego convierte este concepto en una serie de variables y ecuaciones, cuyo comportamiento posteriormente simula en un modelo. Los siguientes pasos son la discusión y mejoramiento del modelo de sistema, para finalizar con el planteamiento y la ejecución de planes para mejorar el desempeño del sistema estudiado.

Sin duda este fue un avance muy importante en la comprensión del funcionamiento de los sistemas. Sin embargo, esta metodología limita el manejo de la complejidad ya que con ella se dificulta la visualización de niveles de complejidad y la recursividad sistémica que para algunos autores como Ashby y Beer, defienden como requisito para la viabilidad del sistema [13].

La Cibernética y el Modelo de Sistema Viable (MSV) de Beer

El primero en acuñar el término cibernética fue Norbert Weiner quién la define como la ciencia del control y la comunicación entre animal y máquina. Stafford Beer vincula la cibernética a la organización mediante la siguiente definición: "La cibernética estudia los problemas de comunicación y control en sistemas complejos. Estudia la efectividad de la organización" [4].

El Modelo de Sistema Viable (VSM por sus siglas en inglés), básicamente enumera, define y modela los prerequisites estructurales y funcionales para la viabilidad de una organización [14]. Se aplica primordialmente a modelamiento y diseño de sistemas socio-técnicos. Como condiciones de la viabilidad se encuentran la adaptabilidad, la autonomía, la recursividad, la auto-organización, entre otros.

El MSV se trata de una forma de ver la realidad de una organización, pero también de cómo modelarla y hacer un rediseño que aumente su viabilidad, su autonomía y las haga más recursivas ante el entorno cambiante con el que se relacionan constantemente.

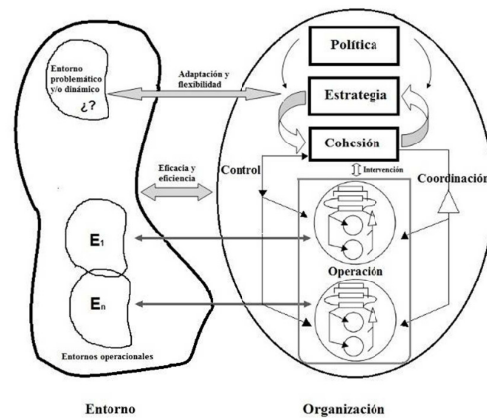


Figura 1. MSV de Beer [16].

En la Figura 1 se observa el MSV de Beer en su forma más sencilla, señalando que la viabilidad de una organización depende de la existencia de al menos cinco subsistemas estructurales en la misma:

De operación, coordinación, control, estrategia y uno de política e identidad [16].

La principal propuesta teórica formulada por el MSV es que una organización es viable sólo si tiene un conjunto de funciones y unas interrelaciones especificadas a nivel teórico. La segunda propuesta es que cualquier deficiencia en este sistema, como fallas en el cumplimiento de funciones, insuficiente capacidad de ellas o de canales de comunicación, o una interacción defectuosa entre estos, pone en peligro la viabilidad organizacional. La tercera propuesta es que la viabilidad, la cohesión y la auto-organización de una empresa dependen de que tales funciones sean recursivas operativamente en todos los niveles de la misma. Por otra parte, una organización viable se compone de unidades viables y a la vez forma parte de otras unidades viables más grandes [15].

4. METODOLOGÍA

La investigación realizada es de tipo cualitativa, transversal y descriptiva, y se llevó a cabo en el primer semestre de 2011 a dos estudios de caso en la Provincia del Tequendama (Cundinamarca, Colombia): La Asociación de Productores de Mango de El Colegio - ASPROMANCOL (Municipio de El Colegio), y la Asociación de Fruticultores de Tocaima - ASOFRUT (Municipio de Tocaima).

El proceso metodológico básico se enmarcó en el uso de MSS Checkland, complementado por el uso de la dinámica de sistemas de Forrester, y finalizando con la aplicación del MSV de Beer para proponer cambios deseables y factibles en la búsqueda de la viabilidad organizacional de los emprendimientos colectivos rurales. La MSS se utilizó para la primera etapa del proceso y como marco general de la investigación (Figura 2), en la cual se requiere definir y describir el sistema a modelar. La MSV se utilizó en la parte final del proceso, cuando se requiere hacer el planteamiento de unas estructuras, políticas y decisiones para mejorar el sistema modelado. Otros métodos de apoyo como la investigación-acción-participativa, la entrevista, la observación participante, etc. Se usaron para recolectar información de fuentes primarias y complementar el análisis realizado.

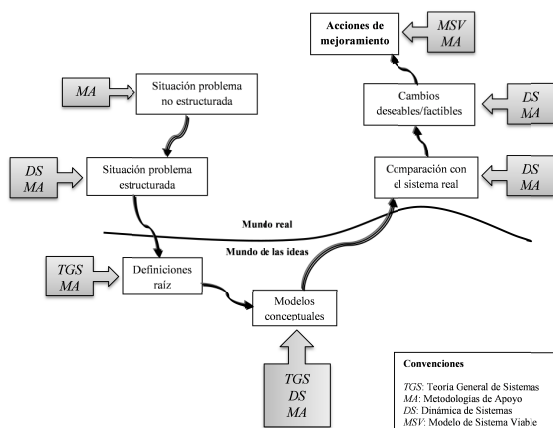


Figura 2. Metodología de investigación. Adaptado de la MSS de Checkland [17]

5. RESULTADOS

Con la aplicación de la metodología propuesta anteriormente se obtuvieron los resultados presentados a continuación, los cuales incrementaron notablemente la comprensión del problema de viabilidad en las organizaciones rurales colombianas, al igual que permitieron plantear un modelo viable para estos sistemas; por lo menos a nivel teórico.

La definición y descripción del sistema

Con la utilización de la MSS de Checkland se realizaron sesiones participativas en las cuales se llegó a un acuerdo en cuanto a cómo se definía a sí mismo cada estudio de caso. A este punto, se pudo conocer que, si bien estas dos organizaciones están geográficamente distanciadas y tiene una composición socio-demográfica diferente, concuerdan en cuanto a cómo visualizan el sistema del que hacen parte, sus objetivos, procesos y principales problemas. En la Tabla 2 se encuentran las definiciones raíz concertadas para los sistemas estudiados.

Tabla 2. Definiciones raíz concertadas en los estudios de caso

C ('costumers')	Consumidores de fruta, comercializadores, productores asociados y sus familias.
A ('actors')	Todos los miembros de la organización (25 en promedio)
T ('Transformation process')	Producción y comercialización de frutas (principalmente mango) de alta calidad, tecnificación de cultivos, representación de intereses colectivos.
W ('Weltanschauung')	La asociación es la mejor forma de obtener cosas que individualmente no se conseguirían fácilmente, y además de conseguir bienestar socio-económico para los productores agrícolas. Su éxito se basa en el mejoramiento tecnológico, la calidad, la cohesión social y el compromiso de los miembros de la misma.
O ('owners')	Los miembros de la organización, las políticas públicas y los malos precios.
E ('environmental constraints')	El cambio climático, la competencia desleal, la falta de apoyo gubernamental.

Con los elementos de la Tabla 2 se creó una definición de organización rural aplicable a los dos estudios de caso, que posteriormente fue transformada en modelos conceptuales básicos, que a su vez fueron discutidos y unificados para que se convirtieran en un modelo causal (Figura 3) y un diagrama Forrester.

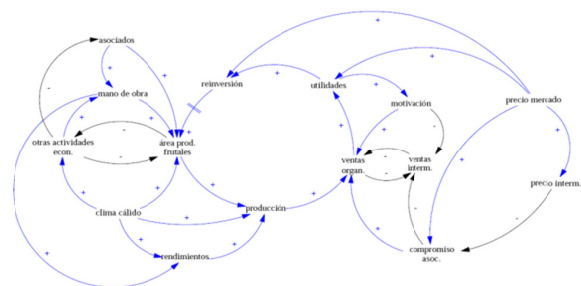


Figura 3. Diagrama causal del problema de viabilidad organizacional en los casos de estudio

Explicación del diagrama causal para el problema de viabilidad en las organizaciones rurales estudiadas: En la Figura 3 se encuentran las principales relaciones causa-efecto que se

identificaron en la problemática de la viabilidad en las organizaciones rurales estudiadas. Desde el punto de vista social (mano de obra principalmente) se encontró que la escasa participación de jóvenes en las organizaciones, así como el envejecimiento de los actuales miembros, son factores de impacto negativo sobre las capacidades de trabajo con que cuentan tales comunidades. Esa escasez de mano de obra, fundamental para las actividades de explotación frutícola, ha comenzado a favorecer el crecimiento de actividades no agrícolas o de menor exigencia de este recurso, impactando negativamente sobre la producción (menor área sembrada) y cosecha de frutas [18].

La acción de los intermediarios comerciales ha evidenciado e intensificado un problema en los miembros de los estudios de caso, como lo es el de falta de compromiso y cumplimiento de tareas. Ante ofertas de precios por parte de los intermediarios que superan al de aquellas que se consiguen por medio de la asociación, falla la coordinación de los productores, y los procesos de comercialización planeados por sus juntas directivas difícilmente llegan a concretarse, con el agravante de que no se tienen mecanismos de control que eviten esta situación problemática.

El efecto negativo de la falta de compromiso se sumó al efecto de la desmotivación que se da cuando las utilidades de la organización son negativas, y al efecto del clima, para estimar el nivel de pérdidas en producción (causadas por el clima y también las 'fugas' de producto que se dan cuando los asociados no venden a través de su organización).

Considerando que las cantidades cosechadas y comercializadas dependen de la mano de obra disponible, pero principalmente del área sembrada y las pérdidas (compromiso, motivación y clima). Con este seguimiento causal, la simulación se centró en ver el impacto de dos situaciones específicas y de alta influencia en el modelo: el compromiso de los miembros (ventas realizadas por medio de la organización dependiendo de los diferentes precios disponibles), y el área sembrada (promedio por unidad productiva) [18].

Etapas 2: traducción del modelo a variables y ecuaciones

En la Tabla 3 se encuentran las variables y niveles considerados para realizar el diagrama Forrester de viabilidad organizacional y su simulación. Los valores constantes son resultados de revisiones documentales. Además, son valores promedio para los dos estudios de caso. El principal supuesto es la definición de organización establecida anteriormente por medio de MSS.

Tabla 3. Variables, niveles y ecuaciones consideradas en la simulación

<p>Tiempo $t = Mes$</p>	<p>Necesidades de agroquímicos $R_{m1} = 4$</p>	<p>Cosecha $CO = PRO$ (Si $PRO \leq MO * R_{m1}$) ó $CO = MO * R_{m1}$ (Si $PRO > MO * R_{m1}$)</p>	<p>Precio de fertilizantes $P_{m1} = 4,000$</p>
<p>Promedio de inscripciones $\bar{X}_i = 0,5$</p>	<p>Rendimiento en la aplicación de agroquímicos $Rd_{m1} = 20$</p>	<p>Precio de intermediario $PR = 300$</p>	<p>Compra de fertilizantes $CO_{m1} = A * R_{m1} * P_{m1}$</p>
<p>Retiros $Re = 0$</p>	<p>Aplicación de agroquímicos $AGQ = R_{m1} * A$ (Si $es \leq Rd_{m1} * MO$) ó $AGQ = Rd_{m1} * MO$ (Si $es R_{m1} * A > Rd_{m1} * MO$)</p>	<p>Precio de organización $PR = 350$</p>	<p>Honorarios $H = 400,000$</p>
<p>Asociados $As = (\bar{X}_i * t) - Re$</p>	<p>Necesidades de fertilizantes $R_{m2} = 100$</p>	<p>Compromiso $COM = 0,4$ (Si $PR > PR_i$) ó $COM = 0$ (Si $PR \leq PR_i$)</p>	<p>Impuestos y otros $IM = 0$</p>
<p>Requerimientos de mano de obra $Rd_{m2} = 2$</p>	<p>Rendimiento en la aplicación de fertilizantes $Rd_{m2} = 1,000$</p>	<p>Venta a intermediarios $V_i = 0,4$ (Si $COM = 0$) ó $V_i = 0$ (Si $COM = 0,4$)</p>	<p>Gastos de administración $GA = 100,000$</p>
<p>Promedio de área por finca $\bar{X}_a = 1,5$</p>	<p>Aplicación de fertilizantes $FER = R_{m2} * A$ (Si $es \leq Rd_{m2} * MO$) ó $FER = Rd_{m2} * MO$ (Si $R_{m2} * A > Rd_{m2} * MO$)</p>	<p>Clima $0 \leq CT \leq 0,2$ $V_i = 0$ (Si $COM = 0,4$)</p>	<p>Egresos $EG = CO_{m2} + CO_2 + GA + IM + [(MO - As^2) * H]$</p>
<p>Otras actividades agropecuarias $\bar{X}_o = 0,5$</p>	<p>Rendimiento $R = 1,000$</p>	<p>Cuotas $CT = 5,000$</p>	<p>Utilidades $U = IN - EG$</p>

<p>Área cultivada $A = As * (\bar{X}_o - \bar{X}_a)$</p>	<p>Cultivo $CU = A * R$</p>	<p>Aportes $AP = As * CT$</p>	<p>Motivación $MOT = 0,4$ (Si $U > AP$) ó $MOT = 0,4$ (Si $U \leq AP$)</p>
<p>Contratación $C_m = Rd_{m1} * A$ (Si $es \leq 50$) ó $C_m = 50$ (Si $es > 50$)</p>	<p>Pérdidas $P = CU * (V_i + CL + MOT)$</p>	<p>Ingresos $IN = AP + (CO * PR_i)$</p>	
<p>Deserción $D_m = 0$</p>	<p>Producción $PRO = CU - P$</p>	<p>Precio de agroquímicos $P_{m1} = 10,000$</p>	
<p>Mano de obra $MO = (As * 2) + C_m - D_m$</p>	<p>Rendimiento de cosecha $R_c = 4,000$</p>	<p>Compra de agroquímicos $CO_m = A * R_{m1} * P_{m1}$</p>	

Simulación

Para esta etapa se utilizó el software Vensim® PLE para Windows versión 5.7a. En él se localizaron las variables especificadas en la Tabla 3, y se indicaron las interrelaciones entre ellas por medio de sus respectivas ecuaciones. Posteriormente se realizó la simulación tomando como unidad de tiempo básica el mes (Month). El tiempo total de la simulación fue de 48 meses.

Resultados de la simulación: El primer escenario de simulación se realizó tomando los valores especificados en la Tabla 3, en donde se encuentra una situación de funcionamiento ideal (simulación 'Ideal' en la Figura 4) de la organización. Bajo este escenario las utilidades son crecientes después de superar un límite de egresos iniciales derivados de las bajas producciones, altas pérdidas (salidas de producto) por desmotivación y mantenimiento de mano de obra.

Se analizó el comportamiento de las utilidades como elemento central de la viabilidad organizacional debido a que este aspecto fue identificado como parte de la visión compartida de los productores asociados (Tabla 2) y como el principal desencadenante de un estado de viabilidad organizacional.

El comportamiento de las utilidades, considerando que tienen un efecto acumulativo bajo el supuesto de que no se redistribuyen ganancias en cada periodo de tiempo sino que se acumulan, es positivo a partir del primer año (ver Figura 4). No obstante, cuando los precios ofrecidos por la organización (Po) son menores a los que ofrecen los intermediarios (Pi), no existe compromiso en los asociados y el comportamiento de las utilidades es decreciente y negativo, de aquí la importancia de lograr un nivel de cohesión social en la organización a través del cual se pueda mantener un nivel de compromiso que no impacte negativamente sobre la misma

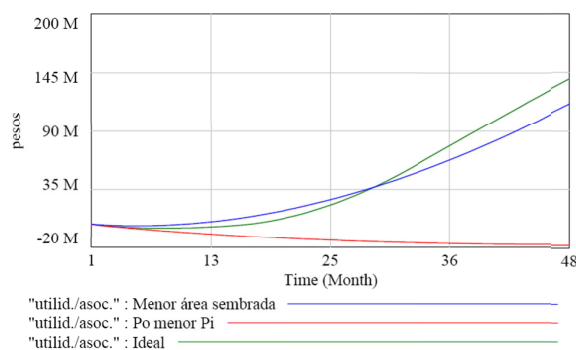


Figura 4. Comportamiento de las utilidades individuales bajo tres escenarios diferentes de simulación

La disminución del área cultivada en cada unidad productiva de 1 hectárea a 0,5 hectáreas también tiene efectos negativos sobre las utilidades (ver Figura 4), además de impactar sobre la producción y cosecha como era de esperarse. No obstante, hasta el mes 28 se logran mayores utilidades que cuando hay un comportamiento ideal en la organización. Este efecto se explica en que con una menor área, los egresos por pago de mano de obra y compra de insumos son menores, lo cual incrementa un poco las ganancias individuales de los asociados. Esta situación cambia cuando estos gastos se estabilizan y quedan al nivel de una situación de funcionamiento ideal.

Formulación, discusión y ejecución de políticas y estrategias de intervención

Con los resultados obtenidos se propuso y discutió con las organizaciones rurales estudiadas algunas posibles alternativas de mejoramiento enmarcadas en el diseño de un Modelo de Sistema Viable (Figura 1), en donde se enfatizara en los principios fundamentales de la cibernética de Beer; la coordinación, el control, la recursividad y el manejo de la complejidad. Los cambios propuestos se explican a continuación.

A nivel de entorno: La flexibilidad y adaptabilidad de la organización al entorno con el que interactúa es fundamental para que sea viable. En este sentido existen tres factores o variables de gran importancia en este momento. Primero, la mano de obra cuyo uso, considerando que es recurso escaso, debe ser más eficiente por medio de mejoras tecnológicas, logísticas y de capacitación. En segundo lugar, el clima con sus efectos negativos sobre las pérdidas. Finalmente, en la parte comercial, la búsqueda de alianzas comerciales y su mantenimiento son de vital importancia con el fin de mantener unos precios que incentiven el compromiso y unas utilidades que motiven a los asociados. Esto bajo el supuesto que el compromiso solo se logra por la vía financiera [18].

Coordinación: Se encontró que existen fallas en los casos de estudio en términos de sus procesos de planeación y ejecución de actividades. La principal causa de esto es un debilitamiento de la parte directiva de tales organizaciones. Las estrategias para manejar tal situación que va en contra del principio cibernético de *coordinación* se deberían centrar en la formulación de planes a corto, mediano y largo plazo con ayuda de profesionales externos que estén en capacidad de ayudar en su diseño, pero también de formular conjuntamente unos mecanismos para el control de su cumplimiento como bases de una cohesión estructural en el sistema. El sistema viable de Beer establece que una instrucción hacia los subsistemas productivos debe ir acompañada de su respectivo sistema de control [17]. Debido a que existen problemas socio-culturales en estas asociaciones [19] que no facilitan el diseño de estos pares cohesionadores, se propone que la intervención externa, sea por políticas públicas o privadas, puede ser un mecanismo que sirva para llenar estos vacíos, por lo menos mientras la organización adapta sus propios mecanismos para mantener tal cohesión en el tiempo.

Para fortalecer la coordinación se propuso la creación de comités o grupos de trabajo para temas técnicos (de producción y logística) y comerciales. Esto facilita las labores de coordinación y control y ayuda a crear un ambiente de comunicación efectiva al interior de la organización, algo que transversalmente también es un requisito cibernético para lograr la viabilidad de un sistema bajo el enfoque de Beer. A este punto de la discusión sobre el logro de una comunicación efectiva en la organización rural como requisito para su viabilidad, se destaca la dificultad de llegar a ella considerando los problemas culturales y de aprendizaje (estructuras cognitivas pre-existentes) halladas en las organizaciones rurales, particularmente aquellas que

fueron estudio de caso. Sin embargo, las observaciones realizadas también dejan cabida a una posibilidad para comenzar a trabajar sobre este aspecto tan importante en el MSV de Beer; por un lado, crear un *lenguaje unificado* [20] para la comunicación, la coordinación y el control, y por otro, en el diseño de unas estructuras atenuadoras y amplificadores de variedad [21].

Control: En un sistema viable, el uso de canales de comunicación efectivos entre subsistemas y metasisistemas es la herramienta principal de control en la organización y a su vez se constituye en prerrequisito para su viabilidad [21]. En las organizaciones rurales es común notar la ausencia de mecanismo de control, desde los más básicos como el diseño y uso de registros y actas, hasta la inexistencia de formas para que el incumplimiento de metas u obligaciones en los subsistemas de operación (producción) tenga consecuencias y se logre así una retroalimentación. Avanzar en la creación de estos mecanismos básicos de control (indicadores, registros y formas de retroalimentación) es un requisito fundamental en la viabilización de organizaciones rurales. Como se observó en la simulación, la falta de compromiso y mecanismos para mantenerlo en una organización tiene un efecto sumamente negativo sobre la realización de su visión y por lo tanto sobre su viabilidad de la misma.

Manejo de la complejidad: Al igual que la organización rural es compleja por su alta variabilidad, lo es también el ambiente que la rodea. En medida que una organización sea más compleja y expanda sus límites en el entorno, podrá afrontar con mayor éxito los desafíos que este le imponga [22]. Debido a que la complejidad es inherente a las organizaciones, en su manejo se puede optar por dos alternativas; controlarla o incrementarla, esto bajo la premisa de no disminuirla cumpliendo la ley de requisito mínimo de variedad de Ashby, la cual establece que la complejidad (del entorno en este caso) solo se destruye con más complejidad (en la organización) [23]. Partiendo del hecho que el entorno es altamente complejo y que por lo tanto la organización debe fomentar la creación de complejidad interna, existen alternativas prácticas para lograr esto por medio de la incorporación de nuevos detalles a la misma, tales como nuevos mercados, nuevos productos, nuevas cualidades del producto, etc. [24].

La recursividad y la redundancia de funciones también son alternativas para el manejo de la complejidad. Una posibilidad práctica para lograr esto en las organizaciones rurales es por medio de la capacitación de sus miembros para que las unidades productivas que manejan (que componen la función operativa del MSV) funcionen como sistemas viables con sus propios mecanismos de coordinación, control, comunicación, planeación, etc. También, se podría incentivar la rotación de asociados por las diferentes funciones o cargos de la organización para que se incremente la redundancia de funciones y la capacidad de respuesta ante cambios inesperados en el entorno [18].

Función de operación: Anteriormente se propuso a nivel del subsistema de operación en un sistema viable, que este debía estar coordinado y controlado además de funcionar como un sistema viable independiente. Sin embargo, su productividad y manejo propio también debe ser objeto de mejoramiento. Teniendo en cuenta que el sistema de producción es parte fundamental del modelo de viabilidad de las organizaciones rurales, se hace indispensable su mejoramiento asistido por profesionales del área, y con esfuerzo de inversión pública en aspectos de investigación y desarrollo de tecnologías adaptadas a las condiciones propias de estos sistemas.

Las anteriores propuestas completan lo que podría llamarse un Modelo de Organización Rural Viable bajo los principios de la cibernética organizacional de Beer.

6. CONCLUSIONES

Las organizaciones rurales que comparten una visión de viabilidad relacionada con la comercialización de productos agrícolas como fuente de ingresos para mejorar las condiciones socio-económicas de sus miembros, están principalmente limitadas en el entorno por la disponibilidad de mano de obra, el clima y los precios de venta, y a nivel interno por la eficiencia de sus sistemas productivos, por la motivación y el compromiso de los individuos que las componen.

La complejidad de las organizaciones rurales es el mayor desafío para la implementación de modelos originados en la teoría organizacional cibernética, ya que sus características socio-culturales imprimen en estos grupos unos rasgos como la resistencia al cambio, el tradicionalismo y la incredulidad ante nuevas tecnologías y formas organizativas que finalmente dificultan la implementación de cambios a nivel de estructura y función en ellos.

El modelo de sistema viable propuesto para que las organizaciones rurales sean viables en el marco de las relaciones causales que las rigen y su entorno, implica cambios profundos a nivel de mecanismos de comunicación, coordinación y control. Pero también en la parte de construcción de procesos compartidos en donde los intereses generales primen sobre los particulares.

El uso del Modelo de Sistema Viable de Beer la Dinámica de Sistemas de Forrester conjuntamente con la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland, demostraron ser metodologías de análisis sistémico que actúan sinérgicamente, y cuyos métodos específicos permiten realizar un entendimiento y modelación de las organizaciones rurales en Colombia con el propósito de proponer estrategias para su viabilización. Y aunque sus bases filosóficas y ontológicas presenten divergencias, pueden ser utilizadas en procesos interrelacionados horizontalmente y como metodologías independientes cuyos resultados son a la vez insumos del siguiente método.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Machado, "El papel de las organizaciones en el desarrollo rural". En Memorias Seminario Internacional La Nueva Ruralidad en América Latina (Bogotá, Colombia, 22-24 de agosto, 2000). Universidad Javeriana, Bogotá, 2000.
- [2] R. Marion & J. Bacon, "Organizational extinction and complex systems". *Emergence*, 1, 4 (1999), 71-96.
- [3] C. Argyris. El individuo dentro de la organización. Editorial Herder, Barcelona, España, 1979.
- [4] J. M. Beltrán. Indicadores de gestión: Herramientas para lograr la competitividad. Panamericana Editorial Ltda, Tercera Edición, Bogotá, 2008.
- [5] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. Estudios de caso en comercialización de pequeños productores rurales. IICA, Bogotá, 2009.
- [6] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadenas Productivas: informe de gestión. SAS Industria Gráfica. Bogotá, 2010.
- [7] Departamento Nacional de Planeación. Visión Colombia II centenario: 2019. Editorial Planeta, Bogotá, 2005.
- [8] J. Forrester, "System dynamics, system thinking and soft OR". *System Dynamics Review*, 10, 2-3 (1994), 245-256.
- [9] P. Checkland & J. Scholes. La metodología de los sistemas suaves de acción. Megabyte Noriega Editores, México D. F., 1994.
- [10] P. Checkland, "Optimizing to learning: A development of systems thinking for the 1990s". *The Journal of the Operational Research Society*, 36, 9 (1985), 757-767.
- [11] M. C. Jackson, "Beyond the Fads: Systems Thinking for Managers". *Systems Research*, 12, 1 (1995), 25-42.
- [12] J. W. Forrester. Principles of Systems. Productivity Press, Noruega, 1971.
- [13] M. Schwaninger & J. Pérez, "System dynamics and cybernetics: A synergetic pair". *System Dynamics Review*, 24, 2 (2008), 145-174.
- [14] M. Schwaninger, "Theories of viability: a comparison". *Systems Research and Behavioral Science*, 23(3), (2006), 337-147.
- [15] R. Espejo, "The footprint of complexity: the embodiment of social systems". *Kybernetes*, 33, 3-4 (2004), 671-700.
- [16] S. Beer. Diagnosing the system for organizations. John Wiley, Chichester, 2003.
- [17] M. E. Martínez. Ideas para el cambio y el aprendizaje en la organización: Una perspectiva sistémica. Ecoe Ediciones, Segunda Edición, Bogotá, 2005.
- [18] J. Vargas e I. Montoya, "Análisis sistémico y viabilidad de organizaciones rurales en Colombia". Memorias IX Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas y II Congreso Brasileño de Dinámica de Sistemas, 16 – 18 de noviembre de 2011. Brasil, Brasilia.
- [19] Rivera, E. Caracterización sociológica de cinco núcleos de agricultores emprendedores de Cundinamarca. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2008.
- [20] J. Gharajedaghi. Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity : a Platform for Designing Business Architecture. Amsterdam: Elsevier. 2006.
- [21] R. Espejo y A. Gill. The Viable System Model as a framework for understanding organizations. En: www.phrontis.com. 1997.
- [22] Z. Tang, "The Application of the Dimensionality Perspective in Organization Study". *E:CO*, 11, 1 (2009), 58-68.
- [23] W. R. Ashby. Introducción a la cibernética. Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, Argentina, 1960.
- [24] J. Navarro, "Gestión de organizaciones: gestión del caos. Dirección y organización", 23, 136-145 (2000).

TEORIA DA GERAÇÃO DE QUANTUM BITS EMARANHADOS NO CAMPO TEMPORAL

Caio Olindo de Miranda e Silva Júnior

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, 39100-000, Diamantina MG, Brasil

Resumo

Desde o começo da mecânica quântica, os estados emaranhados, também conhecidos como estados de Bell, têm tido um importante papel no estudo dos fundamentos desta teoria, como a sua completude e não-localidade. Entretanto, só recentemente foi entendido que os estados emaranhados são também uma fonte de recursos para transmitir e processar informação. Os estados de Bell têm sido preparados em íons, átomos e em pares de fótons gerados pela conversão paramétrica descendente (CPD). Atualmente, os estados de Bell gerados pela CPD se utilizam do emaranhamento dos fótons em polarização ou em localização

transversal. Neste trabalho é apresentada uma maneira de se gerar estados de Bell, ou qubits, que são a unidade básica da computação quântica, com luz não clássica, utilizando-se emaranhamento no campo temporal. A seção I trata dos objetivos do trabalho. Na seção II é feita uma introdução que visa salientar conceitos e técnicas fundamentais da óptica quântica. Na seção III é justificada a importância do trabalho. Na seção IV é descrita a metodologia usada para se obter os resultados que são mostrados na seção V. Finalmente concluímos, na seção VI, que a geração de qubits com emaranhamento no campo temporal é, de fato, possível.

I – OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma forma alternativa de geração de qubits baseada não em emaranhamento em polarização, isto é, gerar estados de Bell com emaranhamento no campo temporal.

II- INTRODUÇÃO

A luz não clássica gerada pelo processo de *Conversão Paramétrica Descendente* (CPD) é uma das mais importantes fontes utilizada no estudo da óptica quântica. Durante a última década, esta fonte tem se mostrado útil na demonstração de aspectos não clássicos da mecânica quântica [1]. A Conversão Paramétrica Descendente foi proposta teoricamente em 1969 [2] e demonstrada em 1970 [3]. No processo de CPD, um fóton de alta energia $\hbar\omega_p$ incide em um cristal não linear, onde é destruído. Em seu lugar, dois outros fótons de energias $\hbar\omega_s$ e $\hbar\omega_i$, historicamente chamados *signal* e *idler* (fótons gêmeos) são criados. O processo conserva energia, o que os torna emaranhados em frequência, ou seja, $\omega_s = \omega_p - \omega_i$. No processo também é conservado o *momentum*.

Existem dois tipos de conversão paramétrica descendente:

Tipo I: os dois fótons gerados são ordinariamente polarizados, enquanto o fóton do feixe de bombeamento é extraordinariamente polarizado.

Tipo II: o fóton gerador é extraordinariamente polarizado e, dos dois fótons gerados, um é ordinário e o outro extraordinário.

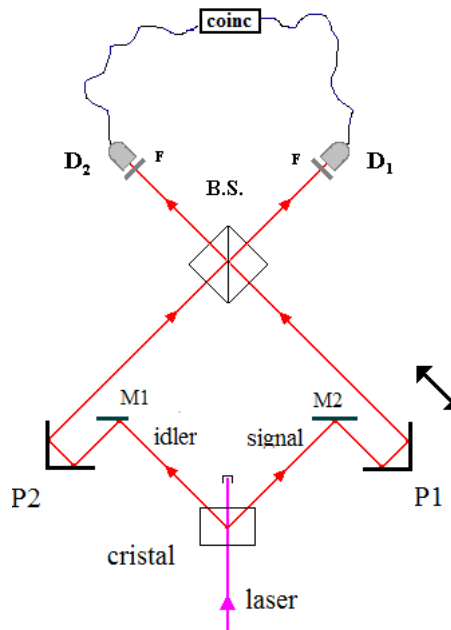


Fig.1- Versão simplificada de um interferômetro de Hong-Ou-Mandel. Um laser incide em um cristal não linear e gera pares de fótons gêmeos. M1 e M2 são espelhos. P2 é um prisma fixo e P1 é um prisma móvel. B.S. é um divisor de feixes 50%-50%. D1 e D2 são fotodetectores ligados por uma eletrônica contando em coincidência e F são filtros de interferência.

Em 1987, foi proposto um interferômetro de dois fótons, chamado de interferômetro de Hong-Ou-Mandel

[4] (ver Fig.1), que consiste basicamente em primeiro se combinar os fótons gerados pela CPD tipo I em um divisor de feixes 50-50 (B.S.). As portas de saída do divisor levam a dois fotodetectores ligados por uma eletrônica que permite fazer uma contagem em coincidência, que é uma medida da correlação de segunda ordem [5] que existe entre os pares de fótons.

O prisma móvel P1 permite controlar a diferença entre os caminhos ópticos dos braços do interferômetro. Quando os caminhos ópticos estão perfeitamente iguados, ou seja, os fótons gêmeos se superpõem no divisor, ocorre uma interferência quântica e nenhuma contagem em coincidência é registrada. A figura 2 mostra os resultados experimentais dos autores [4]:

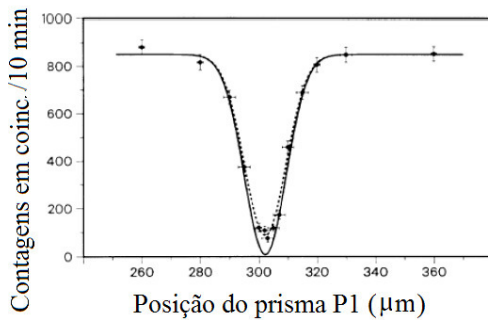


Fig.2 - No gráfico estão mostrados as contagens em coincidência, na vertical, versus posição do prisma P1, na horizontal. A linha pontilhada é um ajuste aos resultados experimentais e a linha sólida a previsão teórica.

A largura do “vale” reflete o comprimento de coerência longitudinal dos fótons gêmeos, ditado essencialmente pela largura de banda de frequência dos filtros de interferência colocados em frente aos detectores. De um modo geral, quanto mais estreitos são os filtros, mais largo é o vale.

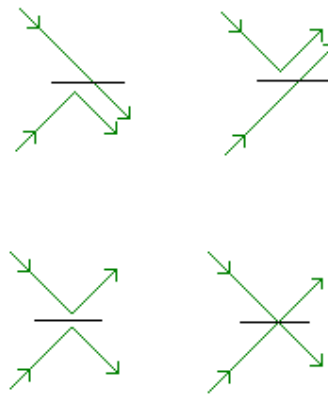


Fig.3 - A figura mostra as quatro possibilidades de comportamento dos pares de fótons no divisor de feixes. No ápice da coalescência (quando as coincidências caem para zero) somente as de cima acontecem. No patamar mostrado no gráfico da Fig. 2 as quatro acontecem com 25% de chance cada uma, ou seja, 50% dos pares criados geram coincidência.

A ausência de contagens em coincidência, quando os fótons gêmeos se superpõem na entrada do divisor de feixes, indica que eles saem juntos, ou pela mesma porta de saída, do divisor. Este comportamento é chamado “coalescência” (ver Fig.3). No gráfico, o patamar representa a região livre de

interferência, os fótons têm a mesma probabilidade de saírem juntos ou separados do divisor.

III – JUSTIFICATIVA

Os estados emaranhados em polarização têm-se mostrado menos robustos (quando da interação das partículas com o ambiente) do que se supunha. Isso leva à perda gradativa do emaranhamento, conseqüentemente comprometendo a eficiência do funcionamento dos circuitos lógicos que se utilizam de tais estados. Esta fragilidade levou à procura de maneiras de se gerar qubits em outros graus de liberdade, como a localização transversal dos fótons [6]. A proposta apresentada nesse trabalho é uma maneira de gerar estados emaranhados temporalmente, os quais teriam maior robustez que aqueles que vêm sendo utilizados atualmente.

IV– METODOLOGIA

O método usado para se concluir que estados de Bell podem ser obtidos no campo temporal, assim como a elaboração de um aparato capaz de obtê-los, foi o estudo de artigos e livros relacionados à óptica e informação quânticas.

O estado de dois fótons gerado pela CPD tipo II, em condições especiais, são emaranhados, além da frequência, também em polarização. A figura 4 ilustra como se obtém tal emaranhamento.

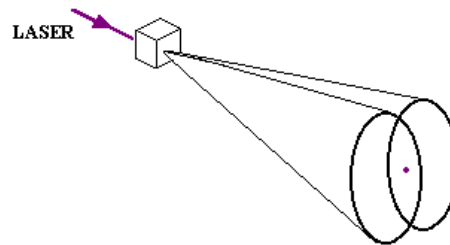


Fig.4 - CPD tipo II: um laser incide num cristal não linear e cria pares de fótons, representados pelos cones de luz; um dos cones é formado por fótons horizontalmente polarizados, o outro por fótons verticalmente polarizados.

Quando se toma os fótons gerados que estão nas interseções dos cones, se obtém o seguinte estado de dois fótons:

$$|\psi\rangle = |H\rangle_i |V\rangle_s + |V\rangle_i |H\rangle_s, \quad (1)$$

onde $|H\rangle_{i,s}$ correspondem ao estado de polarização horizontal dos modos idler e signal e $|V\rangle_{i,s}$ correspondem ao estado de polarização vertical dos modos idler e signal.

Este estado, Eq.(1), expressa o fato de que não se pode saber qual é a polarização de nenhum dos fótons, mas, uma vez que, por exemplo, o fóton *idler* esteja horizontalmente polarizado, o fóton *signal* obrigatoriamente estará verticalmente polarizado, e assim por diante; daí a origem do termo emaranhamento em polarização. Nas interseções, não se pode saber se o fóton *idler* pertencia ao cone “horizontal”, e nesse caso seu gêmeo pertenceria ao cone “vertical”, ou vice-versa.

A Eq.(1), um dos estados de Bell, também chamado de qubit (abreviação de quantum bit) são maximamente emaranhados e, baseado em suas propriedades, hoje existe uma grande coleção de protocolos como teleportação de estados quânticos [7], teleportações unitárias [8], compartilhamento de estados quânticos [9], codificação densa [10], permuta de emaranhamentos [11] e criptografia quântica [12] entre outros, os quais estendem e melhoram a performance das técnicas clássicas de comunicação ou mesmo permitem que o processamento de informação vá muito além dos limites clássicos. Não é por menos que a IBM, assim como outras empresas do ramo, investe maciçamente nos estudos desta área.

V – RESULTADOS

Foi demonstrado [13] que um pacote de ondas, originalmente gaussiano, quando refletido por uma cavidade de Fabry-Perot ressonante com ele, retorna deformado como mostra a figura 5:

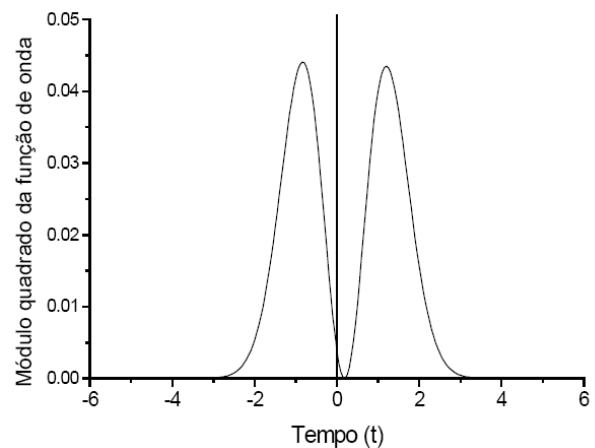


Fig.5 -Simulação computacional mostrando a forma de um pacote de ondas refletido por uma cavidade de Fabry-Perot. A escala temporal depende do comprimento longitudinal de coerência do pacote original, antes da reflexão. Para o caso mostrado acima, o pacote original tinha 4 unidades de tempo (seg, μ s, ns, etc.) de coerência longitudinal.

Baseado na coalescência demonstrada pelos resultados experimentais no interferômetro de Hong-Ou-Mandel (ver Fig.2), é possível, com o aparato mostrado na figura 6, obter-se um estado de Bell, ou qubit.

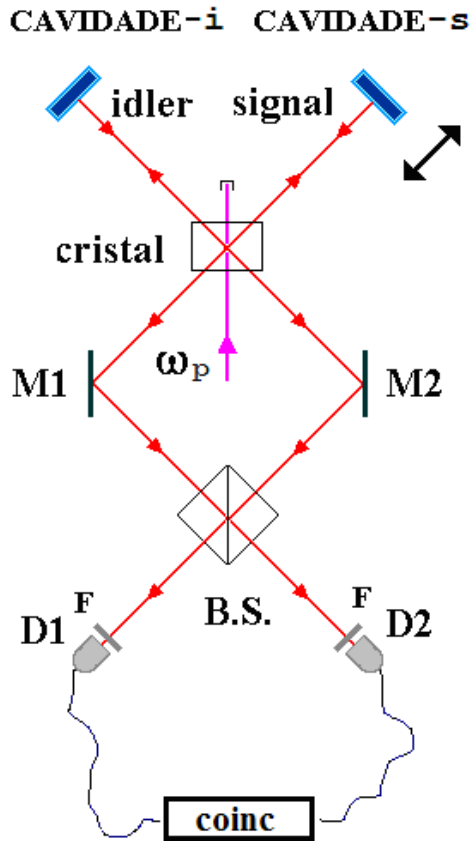


Fig.6 - Aparato para geração de qubits temporais. Um laser incide em um cristal não linear e gera, através da CPD tipo I, os fótons gêmeos que refletem em cavidades de Fabry-Perot (denominadas idler e signal). Em seguida eles são direcionados, pelos espelhos M1 e M2 para as portas de entrada de um divisor de feixes (B.S.), cujas portas de saída levam a dois detectores D1 e D2 medindo em coincidência. F são filtros de interferência.

A cavidade do lado *signal* tem mobilidade para que se possa sobrepor perfeitamente os pacotes de onda no divisor de feixes (B.S.). Como mostrado na figura 5, os fótons, ao refletirem nas cavidades de

Fabry-Perot, retornam deformados, tendo seu pacote de ondas a forma de duas “corcovas”, ou lóbulos. Cada um dos fótons, *idler* e *signal*, pode estar localizado, dentro do seu respectivo pacote de onda, ou no lóbulo anterior (a), com 50% de chance, ou no lóbulo posterior (p), também com 50% de chance. Disso resulta que a função de onda conjunta para o sistema de dois fótons, antes do divisor, é:

$$|\psi_{bef}\rangle = |a\rangle_i |a\rangle_s + |p\rangle_i |p\rangle_s + |a\rangle_i |p\rangle_s + |p\rangle_i |a\rangle_s \quad (2)$$

onde $|a\rangle_{i,s}$ corresponde ao modo anterior dos estados idler e signal e $|p\rangle_{i,s}$ corresponde ao modo posterior dos estados idler e signal, dentro dos lóbulos do pacote deformado.

A figura 7 ilustra a situação em que os dois pacotes deformados se superpõem no divisor de feixes.

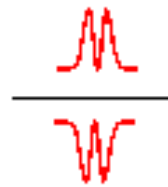


Fig.7- Superposição dos dois pacotes de onda no divisor de feixes.

Entretanto, sabemos que, quando os fótons se superpõem no divisor, eles seguem pela mesma porta de saída.

Com isso, o estado conjunto do sistema depois do divisor, considerando-se uma subsequente medida em coincidência, é:

$$|\psi_{aft}\rangle = |a\rangle_1 |p\rangle_2 + |p\rangle_1 |a\rangle_2, \quad (3)$$

onde $|a\rangle_{1,2}$ se refere a qualquer um dos fótons, idler ou signal, que estavam no lóbulo anterior do seu respectivo pacote deformado e que se encaminham em direção aos detectores 1,2 depois da porta de saída do divisor de feixes. Analogamente, $|p\rangle_{1,2}$ se refere a qualquer um dos fótons, idler ou signal, que estavam no lóbulo posterior do seu respectivo pacote deformado e que se encaminham em direção aos detectores 1,2 depois da porta de saída do divisor de feixes.

Os índices 1 e 2 se referem aos caminhos de propagação depois do divisor, numa alusão aos detectores D1 e D2. Esse estado, Eq.(3), é um autêntico estado de Bell, com todas as características que se espera de um estado maximamente emaranhado, explicitamente: não se pode saber qual dos fótons estava no lóbulo anterior ou no posterior, mas, por exemplo, se o fóton que segue pelo caminho 1 está ligeiramente adiantado, o que segue pelo caminho 2 obrigatoriamente estará

ligeiramente retardado, e assim por diante.

VI – CONCLUSÃO

Podemos concluir que é possível gerar qubits usando a variável tempo, utilizando uma variação do interferômetro de Hong-Ou-Mandel, inserindo cavidades de Fabry-Perot. Tais qubits podem ser úteis na implementação de circuitos lógicos, inclusive podem apresentar vantagens em relação aos que vêm sendo usados atualmente.

VII – AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro realizado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

VIII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Zeillinger, A. “*Experiment and the Foundations of Quantum Mechanics*”, in more things in heaven and earth, ed. por B. Bederson (Spring-Verlag, New York, 1999), p. 460.
- [2] Klyshko, D. NJETP **28**, 522 (1969).
- [3] Burnham, D. C., Weinberg, D. L. *Phys. Rev. Lett.* **25**, 84 (1970).
- [4] Hong, C. K., Ou, Z. Y., Mandel, L. *Phys. Rev. Lett.*, **59**, 2044 (1987).
- [5] Mandel, L., Wolf, E. *Optical Coherence and Quantum Optics* (Cambridge University Press, Cambridge, 1995).
- [6] Neves, L., Lima, G., Aguirre Gomez, J. G., Monken, C. H., Saavedra, C., Pádua, S. *Phys. Rev. Lett.*, **94**, n. 100501 (2005).
- [7] Bennett, C. H. et al. *Phys.Rev.Lett.* **70**, 1895 (1993).
- [8] Huelga, S. F., Plenio, M. B., J. A. Vaccaro, *Phys.Rev.Lett.* **65**, 042316 (2002).
- [9] Lance, A. M., Symul, T., Bowen, W. P., Sanders, B. C., Tyc, T., Ralph, T. C., Lam P. K. *Phys.Rev.A* **71**, 033814 (2005).
- [10] Mattle, K., Weinfurter, H., Kwiat, P. G., Zeilinger, A. *Phys.Rev.Lett.* **76**, 4656 (1996).
- [11] Zukowski, M., Zeilinger, A., Horne, M. A., Ekert, A. K. *Phys.Rev.Lett.* **71**, 4287 (1993)
- [12] Bennett, C. H., Brassard, G., Eckert, A. K. *Sci. Am.* **274(4)**, 50 (1992).
- [13] Olindo, C. Tese de Mestrado, (Universidade Federal de Minas Gerais, 2002).

METODOS DE SEGMENTACION DE NUBES EN IMAGENES SATELITALES

Ernesto GOMEZ VARGAS

Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Bogotá, Cundinamarca, 057, Colombia

Nelson OBREGON NEIRA

Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá, Cundinamarca, 057, Colombia

Iaroslov ALVAREZ POMAR

Corporación Universitaria del Caribe CECAR
Bogotá, Cundinamarca, 057, Colombia

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo mostrar los resultados de la aplicación de dos técnicas de segmentación de nubes en imágenes satelitales GOES, la primera es una técnica basada en regiones, la umbralización por niveles de grises y la segunda es una técnica basada en fronteras la Transformada Hough. Finalmente se comparan los resultados encontrados por los dos métodos con la segmentación obtenida a partir de un software especializado en imágenes satelitales mediante la separación de la banda espectral con la información de interés.

Palabras Calves: Procesamiento de imágenes, segmentación, umbralización, de niveles de grises, transformada Hough

1. INTRODUCCION.

Muchas veces para aplicaciones específicas en meteorología, es necesario extraer información de las imágenes satelitales particularmente lo referente a las nubes (precipitaciones). Algunas veces estos datos son utilizados para complementar la información obtenida por los radares meteorológicos con el objetivo de poder generar pronósticos de tiempo y muchos otros productos derivados del uso de radares.

Para ello es necesario recurrir a métodos de segmentación que permitan extraer la información que se requiera. La segmentación de una imagen, es un proceso por el cual una imagen digital se subdivide en partes, zonas u objetos disyuntos que la constituyen; es decir, se agrupan los píxeles en función del nivel de intensidad luminosa, el nivel al que se lleva a cabo la subdivisión depende del problema a resolver. Muchas veces se hace necesario separar en una imagen el fondo del objeto para obtener información; así por ejemplo, en el análisis de la imagen de un documento se hace necesario extraer caracteres y líneas del fondo del papel, a este proceso se le llama binarización, puesto que clasifica cada píxel de la imagen en dos clases [1]. La segmentación de las imágenes digitales es una parte importante para muchas tareas en el análisis y procesamiento digital. En la actualidad se han generado una gran cantidad de trabajos que presentan técnicas, modelos y algoritmos para la segmentación de dichas imágenes.

El presente artículo muestra los resultados de la evaluación de dos métodos de segmentación de nubes en imágenes satelitales GOES de formato JPEG, en la primera parte se hace una descripción de las imágenes satelitales y sus características, posteriormente se muestran las dos metodologías seleccionadas para la segmentación y finalmente se muestran los resultados y se evalúan con la segmentación obtenida por un software de procesamiento de imágenes satelitales mediante la separación de la banda espectral de interés en la imagen en formato TIF. El criterio de evaluación de los métodos fue el error cuadrático medio.

2. CARACTERISTICAS DE LAS IMAGENES SATELITALES

Una imagen satelital no es una fotografía tomada por una cámara que contiene una película. Casi todos los satélites comerciales de teledetección captan imágenes utilizando sensores digitales que funcionan según los mismos principios que las cámaras digitales. Un sensor de satélite cuenta con miles de detectores diminutos que miden la cantidad de radiación electromagnética que refleja la superficie de la Tierra y los objetos que hay en ella. Estas mediciones se denominan espectrales. Cada valor de reflectancia espectral se registra como un número digital, estos números se transmiten de nuevo a la Tierra donde mediante un procesamiento se convierten en colores o matices de gris para crear una imagen que se parece a una fotografía. [1]

Las mediciones de reflectancia y las imágenes que se obtienen a partir de ellas ofrecen una representación muy exacta de como aparecerían a la observación directa los detalles y objetos del terreno, en cuanto a la forma, tamaño, color y la apariencia visual de conjunto. Las imágenes digitales muestran algo más que simples informaciones espaciales. Las medidas de reflectancia revelan entre otras cosas: contenido mineral de las rocas, humedad del suelo, salud de la vegetación, composición física de los edificios y miles de otros detalles invisibles al ojo humano [2].

2.1 TIPOS DE IMAGENES SATELITALES[2]

Según la gamma del espectro y el número de bandas en donde se mida la reflectancia, tenemos diferentes tipos de imágenes satelitales:

Imágenes Pancromáticas: Estas son imágenes captadas mediante un sensor digital que mide la reflectancia de energía en una amplia parte del espectro electromagnético (con frecuencia, tales porciones del espectro reciben el nombre de bandas). Para los sensores pancromáticos más modernos, esta única banda suele abarcar lo parte visible y de infrarrojo cercano del espectro. Los datos pancromáticos se representan por medio de imágenes en blanco y negro.

Imágenes Multiespectrales: En este caso el sensor digital mide la reflectancia en muchas bandas a diferencia de las pancromáticas. Por ejemplo, un conjunto de detectores puede medir energía roja reflejada dentro de la parte visible del espectro mientras que otro conjunto mide la energía del infrarrojo cercano. Es posible incluso que dos series de detectores midan la energía en dos partes diferentes de la misma longitud de onda. Estos distintos valores de reflectancia se combinan para crear imágenes de color. Los satélites de teledetección multiespectrales de hoy en día miden la reflectancia simultáneamente en un número de bandas distintas que pueden ir de tres a catorce

Imágenes hiperespectrales: Estas imágenes se refieren a las captadas con un sensor espectral que mide la reflectancia en cientos de bandas. La teoría en la que se apoya la detección hiperespectral es que la medida de la reflectancia en numerosas franjas estrechas del espectro, lo cual permite detectar características y diferencias muy sutiles entre los rasgos de la superficie, especialmente en lo que se refiere a vegetación, suelo y rocas.

2.2 BANDAS DE TELEDETECCION.

2.2.1 Teledetección del infrarrojo reflectivo y el visible.

El reconocimiento del visible y el infrarrojo cercano, corresponde a una percepción remota de tipo pasivo, la información se logra a partir de la reflectancia de los objetos, comúnmente en más de una banda, la penetración de las longitudes de onda es limitada en los cuerpos sólidos, solo en casos especiales como el hielo este fenómeno se presenta unos metros y en la nieve se presenta unos centímetros, tanto en la vegetación como los suelos resulta fácil discriminar sus características, en consecuencia la mayor aplicación del reconocimiento del espectro visible e infrarrojo cercano ha sido en investigaciones ambientales en donde se ha logrado el monitoreo de agua, el estado de la vegetación e identificar tipos de suelo y roca [2].

2.2.2 Teledetección en el infrarrojo lejano

Según las leyes de Planck y Wien podemos fijar entre 8 y 14 um la banda espectral donde se manifiesta con mayor claridad la emitancia espectral de la superficie terrestre, de acuerdo a su temperatura (300 kelvin), este sector es conocido como el infrarrojo térmico. En el infrarrojo termal se utiliza la energía emitida por el propio objeto, de la cual el sensor capta la información gracias a la propiedad de los cuerpos con temperatura mayor al cero absoluto (0 grados kelvin) de radiar energía este fenómeno de radiación varía según su emisividad entre longitudes de ondas cortas y largas, así mismo depende de la hora del día. [2]

2.2.3 Teledetección en la zona de las microondas.

La banda del espectro que nace en las longitudes de onda milimétricas se denomina región de la microondas, se trata de las mayores longitudes utilizadas en la teledetección, la emisividad de las microondas del medio natural depende de las propiedades dieléctricas, la rugosidad de la superficie y la estructura interna, la teledetección en esta banda implementa los dos tipos de percepción remota tanto la pasiva como la activa, los sensores pasivos de esta banda comúnmente se conocen como radiómetros de microondas. Los sensores activos emiten su haz de microondas con el fin de capturar la reflexión emitida por el objeto en estudio, el más conocido de todos es el RADAR (Radio Detection and Ranking), el cual posee una gran resolución espacial (entre 10 y 100m), algunos con resolución tanto vertical como horizontal [3].

2.3 IMAGENES GOES

El sistema GOES surgió luego del éxito de los satélites geoestacionarios meteorológicos, proporcionó herramientas para la interpretación de imágenes satélites y como muchos otros fue desarrollado y lanzado por la NASA pero una vez en órbita, la misión estuvo a cargo de NOAA para su administración. La información climatológica global

actualizada incluyendo el pronóstico de tormentas fue el principal objetivo del satélite [4].

Canal visible: Las imágenes del canal visible (VIS) ofrecen, en general, la mayor resolución espacial. Los Continentes, las nubes y los océanos son claramente distinguibles. Durante la noche, no se pueden obtener imágenes VIS a partir de satélites meteorológicos estándar. El mar, los grandes ríos y los lagos, aparecen oscuros en una imagen VIS: En líneas generales, el suelo aparece más brillante que el mar, pero más oscuro que las nieves. Las nieves aparecen blancas o gris claras.

Canal de Infrarrojo: Las banda IR más común para los satélites meteorológicos está ubicada en la ventana de los 10 a 12,5 micrómetros. En esta ventana la atmosfera terrestre es relativamente transparente a la radiación emitida por la superficie del planeta. Las imágenes IR indican la temperatura de las superficies radiantes. Las nubes aparecen más blancas que la superficie del planeta debido a su menor temperatura. Por medio del "falso color" se logra una escala de colores que indican diversas temperaturas de los toques de Nube.

Canal de Vapor de agua: Las imágenes de vapor de agua (WV) se obtienen a partir de la radiación de una longitud de onda alrededor de los 6,7 micrómetros. En esta longitud de onda, la mayor parte de la radiación proviene de la capa atmosférica ubicada entre los 600 y los 300 hpa. Las imágenes WV se muestran regularmente con la radiación emitida convertida a temperatura. Las regiones con humedad en la troposfera alta aparecen frías (color claro) y las regiones con baja humedad aparecen cálidas (oscuras).

Las bandas de frecuencias del Sistema GOES se resumen a continuación:

Canal 1: Visible, 1.1 km 0.65 μ m
Canal 2: Infrarrojo medio, 4.0 km 3,90 μ m
Canal 3: Infrarrojo medio, 8.0 km 6,75 μ m
Canal 4: Infrarrojo térmico, 4,0 km 10,7 μ m
Canal 5: Infrarrojo térmico, 4,0 km 12 μ m

GOES trabaja con una banda visible, una en IR y una de vapor de agua, posee una resolución de 1 km para el espectro visible, 4 KM para IR y en microondas de 8 KM. Las imágenes de GOES son muy usadas para meteorología sinóptica, análisis de nubes, formas, frentes estimaciones globales.. etc..

3. TECNICAS DE SEGMENTACION SELECCIONADAS.

La elección de la técnica de segmentación a utilizar esta muy ligada a la aplicación específica en donde se va a utilizar. En otras palabras una vez identificado el problema a resolver se procede a escoger la mejor técnica de segmentación.

3.1 TÉCNICAS BASADAS EN FRONTERA:

El objetivo de esta técnica es resaltar las fronteras del objeto a segmentar, tiene como ventajas la simplicidad una vez encontradas las fronteras, pero a su vez presenta dificultades en encontrar estas fronteras (borde), requiriendo operadores paso alto de detección de bordes (Laplaciana, Sobel) mostrando alto nivel de ruido. Esta técnica utiliza operadores sofisticados y la construcción de fronteras se hace a partir de bordes [6].

En las técnicas basadas en la frontera, la segmentación de una imagen puede llevarse a cabo mediante la detección de los límites de cada región, es decir, detectando los bordes de la

imagen. La transformada de Hough, perteneciente a las técnicas basadas en la frontera.

La transformada de Hough: La transformada de Hough es una herramienta que permite detectar curvas en una imagen. Es una técnica muy robusta frente al ruido y a la existencia de huecos en la frontera del objeto. A la hora de aplicar la transformada de Hough a una imagen es necesario obtener primero una imagen binaria de los píxeles que forman parte de la frontera del objeto. El objetivo de la transformada de Hough es encontrar puntos alineados que puedan existir en la imagen, es decir, puntos en la imagen que satisfagan la ecuación de la recta, para distintos valores.

3.2 TÉCNICAS BASADAS EN REGIONES:

El objetivo de esta técnica es resaltar regiones de características similares, esta técnica enfoca la segmentación como un problema de clasificación de píxeles o grupos de píxeles. Es una técnica muy simple de utilizar pero presenta inconvenientes y dificultades para encontrar característica discriminante en el proceso de clasificación. Esta técnica se basa en el nivel de gris y usa parámetros estadísticos de textura, varianza, movimiento, etc... La umbralización de niveles de gris, el crecimiento de regiones y la segmentación basada en movimiento son métodos que usan esta técnica de segmentación. [6].

Umbralización: Esta es una técnica muy usada la cual usa el siguiente principio: si el nivel de gris es menor que un umbral T especificado, se asigna un color a una clase CI (por ejemplo,

el fondo) de otra forma se asigna otro color a la otra clase C (por ejemplo, el objeto). La selección del nivel de umbral T se obtiene generalmente a partir del histograma de la imagen. El histograma muestra la frecuencia relativa de aparición de cada uno de los niveles de intensidad de gris de la imagen.

4. RESULTADOS SEGMENTACION BASADA EN REGIONES

El procedimiento utilizado para la implementación del métodos de umbralización de escalas de grises fue el siguiente [6]:

- Convertir la imagen original a escala de grises obteniendo una matriz con valores entre 0(negro) y 255(blanco).
- Elegir un valor de umbral que será el factor discriminante en la segmentación.
- Los valores por encima del umbral se dejan pasar con su valor y por debajo del umbral se les asigna un "0" (negro).
- Se varía el valor del umbral para obtener diferentes imágenes segmentadas.
- Las imágenes resultantes se las hace extracción de bordes para su posterior comparación con los otros métodos.

En la siguiente figura se muestra la misma imagen segmentada con diferentes niveles de umbral, allí se puede observar los efectos en la imagen de salida al aumentar el nivel del umbral, se observa claramente que al aumentar el umbral hay menos información en la imagen de salida.

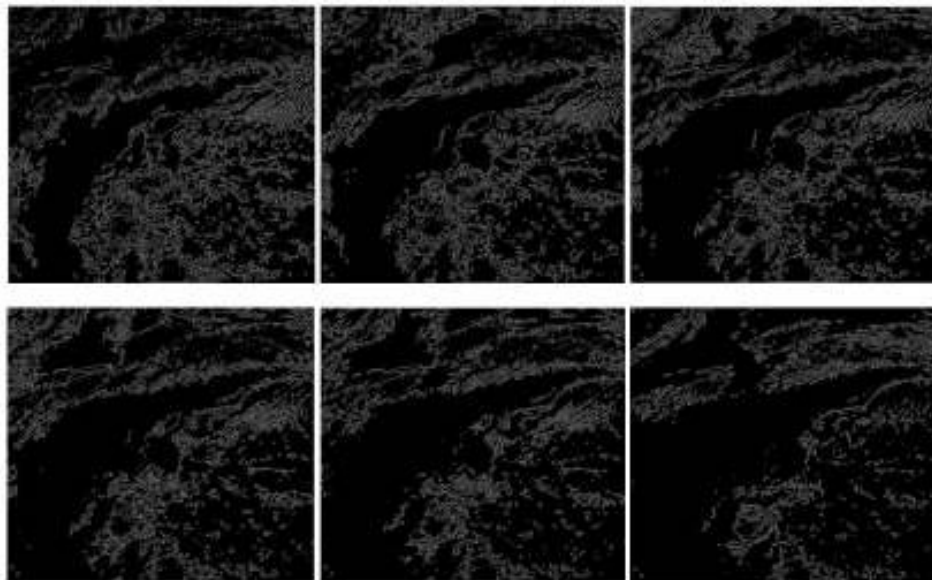


Figura 1: Segmentación por umbralización de niveles de grises con diferentes valores de umbral, El umbral aumenta de izquierda a derecha y de arriba abajo respectivamente (80, 100, 115,120, 130 y 150)

5. RESULTADOS SEGMENTACION BASADA EN FRONTERAS

Para la implementación de esta técnica se utilizó Matlab, el objetivo de la transformada de Hough es encontrar puntos alineados que puedan existir en la imagen, es decir, puntos en la imagen que satisfagan la ecuación de la recta, para distintos valores de ρ y θ . Ecuación de la recta en forma polar: $\rho = x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta$. Por tanto hay que realizar una transformación entre el plano imagen (coordenadas x-y) y el plano o espacio de parámetros (ρ, θ) . Para aplicar la transformada de Hough es necesario discretizar el espacio de

parámetros en una serie de celdas denominadas celdas de acumulación. Esta discretización se realiza sobre los intervalos (ρ_{min}, ρ_{max}) y $(\theta_{min}, \theta_{max})$ [7]. El siguiente paso es evaluar la ecuación de la recta para cada punto de la imagen (x_k, y_k) , si se cumple esta ecuación se incrementa en uno el número de votos de la celda. Un número de votos elevado indica que el punto pertenece a la recta. Para el presente trabajo se usaron los siguientes scripts de Matlab: `hough.p`, `houghpeaks.p`, `houghlines.p`, que se describen a continuación: [8]

hough.p: Este script realiza la transformada de Hough de una imagen, la función .m tendrá los siguientes parámetros de entrada y salida [8]:

- ```
function [h,theta,rho]=hough(f,dtheta,drho)
```
- f = imagen de bordes binaria.
  - Dtheta = espaciado (en grados) de la transformada de Hough a lo largo del eje theta.
  - Drho = espaciado de la transformada de Hough en el eje rho.
  - h = transformada de Hough.
  - theta = vector que contiene el ángulo (en grados) correspondiente a cada columna de h.
  - rho = vector que contiene los valores de rho correspondiente a cada fila de h.

**houghpeaks.p:** Detecta los picos que hay en la matriz H de la transformada de Hough. La función .m tendrá los siguientes parámetros de entrada y salida [8]:

- ```
function [r,c,hnew]=houghpeaks(h,numpeaks,threshold,nhood)
```
- h =matriz con la transformada de Hough.
 - numpeaks =máximo número de picos que debe buscar.
 - threshold =umbral a partir del cual una celda no será considerada como pico.
 - nhood = vector de dos elementos que especifica el tamaño para suprimir píxeles vecinos (debe ser positivo entero y par). El entorno de vecindad alrededor de cada pico identificado se pone a cero.
 - r,c = vectores con las filas y las columnas de las coordenadas de los picos identificados.
 - hnew = transformada de hough con los píxeles vecinos a un pico suprimidos.

houghlines.p Función usada para extraer segmentos de línea basándose en la transformada de Hough [8].

- ```
function lines=houghlines(f,theta,rho,rr,cc,fillgap,minlength)
```
- f = Imagen de bordes binaria a la que se le aplicará la transformada de Hough.

- theta, rho = vectores que devuelve el script hough.p.
- rr,cc = filas y columnas en los que buscar los segmentos de la transformada de Hough.
- fillgap = Separación de píxeles a partir de la cual considera segmentos distintos (valor por defecto 20).
- minlength = Número de píxeles mínimo que debe tener un segmento para ser considerado como tal (valor por defecto 40).
- lines = estructura que devuelve esta función de longitud igual al número de segmentos de línea encontrados. Cada elemento de esta estructura tiene los siguientes campos.
- point1 = punto inicial del segmento; vector de dos elementos.
- point2 = punto final del segmento; vector de dos elementos.
- length = distancia entre point 1 y point 2.
- theta, rho = parámetros theta (en grados) y rho de la ecuación

Para aplicar este método de segmentación es necesario realizar la extracción de bordes, para lo cual se aplicaron y utilizaron varios métodos de extracción, una vez hecho el proceso de detección de bordes se procede a aplicar la transformada hough y se extraen los segmentos de interés, a continuación se muestran los resultados obtenidos para diferentes valores de fillgap y minlength:

- fillgap = Separación de píxeles a partir de la cual considera segmentos distintos (valor por defecto 20).
- minlength = Número de píxeles mínimo que debe tener un segmento para ser considerado como tal (valor por defecto 40).

En la siguiente grafica se muestra los resultados obtenidos al variar los valores de fillgap y minlength en una misma imagen:

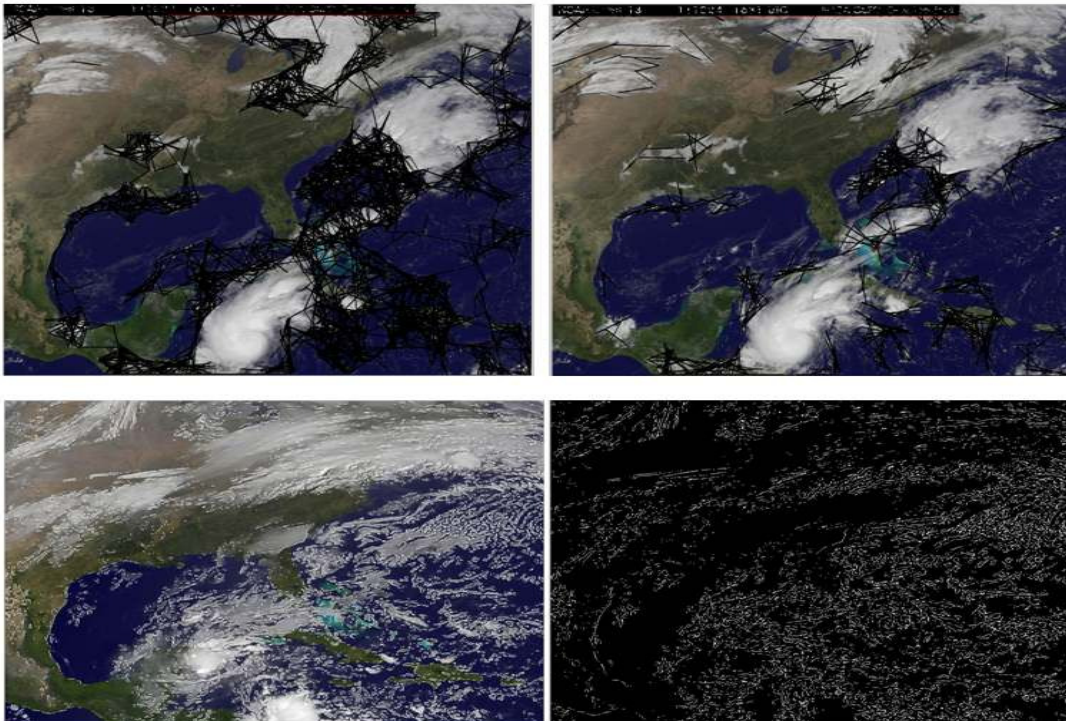


Figura 2: Transformada Hough: Superior Izquierdo: fillgap = 40 - minlength = 40 , Superior derecho: fillgap = 20 - minlength = 50, Inferior Izquierdo: fillgap = 1 - minlength = 1, Inferior Derecho: Bordes fillgap = 1 - minlength = 1

6. COMPARACION DE RESULTADOS.

Para realizar la evaluación de los métodos implementados, fue necesario la utilización de un software especializado en tratamiento de imágenes satelitales y separar la banda espectral correspondiente a la información de interés (banda de vapor de agua de 6.7 micrómetros). Para este caso se utilizó el software ENVI el cual ofrece una interfase gráfica de usuario (GUI) para proporcionar acceso a las funciones de procesamiento de imágenes Satelitales. [5].

Una vez fue separada la banda espectral correspondiente a la información de nubosidad, posteriormente se procedió a extraer los bordes de cada una de las imágenes y estas se convirtieron en las imágenes de referencia para comparar con los resultados obtenidos tanto por el método de umbralización como el de Transformada Hought.

Como criterio de evaluación, se ha utilizado el error cuadrático medio, en donde se han comparado los resultados de los dos métodos de segmentación implementados con la imagen segmentada por el software especializado. En la siguiente ecuación se puede apreciar la expresión matemática del criterio seleccionado [9]:

$$\sigma_e^2 = E \{ [u[m, n] - \hat{u}[m, n]]^2 \} \tag{1}$$

Donde:

- u[m,n] pixel imagen segmentada por el software especializado.
- u^ [m,n] pixel imagen segmentada por Umbralización y T. Hough

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados del error medio cuadrático del método de segmentación de niveles de grises para varios umbrales seleccionados.

Tabla 1: Resultados Error Medio cuadrático método de segmentación de niveles de grises para varios umbrales.

| IMAGEN          | U= 80          | U= 100        | U= 110         | U=115          | U= 120         |
|-----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| IMAGEN_1        | 0.0705         | 0.0840        | 0.0705         | <b>0.0421</b>  | 0.0499         |
| IMAGEN_2        | 0.0912         | 0.0756        | 0.0622         | <b>0.0355</b>  | 0.0430         |
| IMAGEN_3        | 0.0970         | 0.0840        | 0.0679         | <b>0.0387</b>  | 0.0462         |
| IMAGEN_4        | 0.0904         | 0.0746        | 0.0612         | <b>0.0344</b>  | 0.0415         |
| IMAGEN_5        | 0.0901         | 0.0738        | 0.0601         | <b>0.0330</b>  | 0.0409         |
| IMAGEN_6        | 0.0901         | 0.0710        | 0.0571         | <b>0.0331</b>  | 0.0391         |
| IMAGEN_7        | 0.0891         | 0.0731        | 0.0592         | <b>0.0344</b>  | 0.0412         |
| IMAGEN_8        | 0.0893         | 0.0819        | 0.0720         | <b>0.0389</b>  | 0.0488         |
| IMAGEN_9        | 0.0946         | 0.0867        | 0.0761         | <b>0.0406</b>  | 0.0516         |
| IMAGEN_10       | 0.1023         | 0.0923        | 0.0801         | <b>0.0457</b>  | 0.0573         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>0.09046</b> | <b>0.0797</b> | <b>0.06664</b> | <b>0.03764</b> | <b>0.04595</b> |

| IMAGEN          | U= 120         | U= 130         | U= 150         | U= 170         | U= 200         |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| IMAGEN_1        | 0.0499         | 0.0679         | 0.0859         | 0.0932         | 0.0735         |
| IMAGEN_2        | 0.0430         | 0.0631         | 0.0679         | 0.0680         | 0.0583         |
| IMAGEN_3        | 0.0462         | 0.0712         | 0.0817         | 0.0890         | 0.0694         |
| IMAGEN_4        | 0.0415         | 0.0513         | 0.0657         | 0.0681         | 0.0573         |
| IMAGEN_5        | 0.0409         | 0.0814         | 0.0644         | 0.0690         | 0.0572         |
| IMAGEN_6        | 0.0391         | 0.0438         | 0.0666         | 0.0726         | 0.0585         |
| IMAGEN_7        | 0.0412         | 0.0519         | 0.0675         | 0.0735         | 0.0586         |
| IMAGEN_8        | 0.0488         | 0.0571         | 0.0698         | 0.0700         | 0.0583         |
| IMAGEN_9        | 0.0516         | 0.0638         | 0.0757         | 0.0759         | 0.0620         |
| IMAGEN_10       | 0.0573         | 0.0711         | 0.0872         | 0.1006         | 0.1016         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>0.04595</b> | <b>0.06226</b> | <b>0.07324</b> | <b>0.07799</b> | <b>0.06547</b> |

En la tabla se puede apreciar que el mejor resultado se obtuvo con un umbral de 115, para este caso el promedio del error cuadrático medio para las 10 imágenes fue de 3,7 %. En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento del error para diferentes niveles de umbralización.

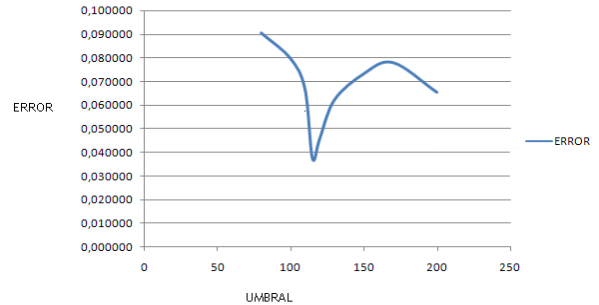


Figura 3: En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento del error para diferentes niveles de umbralización.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados del error medio cuadrático del método de Transformada Hough para varios detectores de bordes.

Tabla 2: Resultados Error Medio cuadrático método de segmentación por transformada Hough

| IMA        | Roberts       | Sobel        | Log          | canny        | zcross       |
|------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| IM 1       | 0,1492        | <b>0,065</b> | 0,089        | 0,114        | 0,177        |
| IM 2       | 0,1614        | <b>0,062</b> | 0,081        | 0,077        | 0,190        |
| IM 3       | 0,1782        | <b>0,066</b> | 0,082        | 0,091        | 0,216        |
| IM 4       | 0,1458        | <b>0,061</b> | 0,079        | 0,079        | 0,224        |
| IM 5       | 0,1756        | <b>0,059</b> | 0,078        | 0,079        | 0,195        |
| IM 6       | 0,1751        | <b>0,057</b> | 0,079        | 0,082        | 0,186        |
| IM 7       | 0,1844        | <b>0,052</b> | 0,07         | 0,084        | 0,182        |
| IM 8       | 0,1399        | <b>0,063</b> | 0,08         | 0,087        | 0,193        |
| IM 9       | 0,1578        | <b>0,066</b> | 0,08         | 0,088        | 0,177        |
| IM 10      | 0,1689        | <b>0,072</b> | 0,09         | 0,097        | 0,187        |
| <b>PRO</b> | <b>0,1636</b> | <b>0,062</b> | <b>0,083</b> | <b>0,088</b> | <b>0,174</b> |

En la tabla se puede apreciar que el mejor resultado se obtuvo con el detector de bordes Sobel, para este caso el promedio del error cuadrático medio para las 10 imágenes fue de 6.261 %. En la siguiente figura se puede apreciar el comportamiento del error para diferentes operadores de detección de bordes.

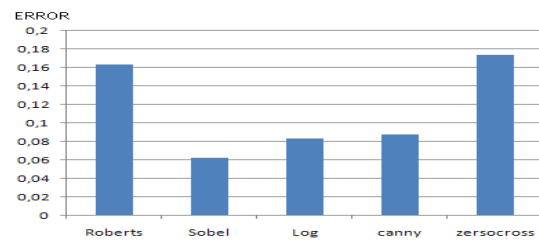


Figura 4: Comportamiento del error para diferentes operadores de detección de bordes.

En la siguiente grafica se puede apreciar la comparación de las imágenes segmentadas por los dos métodos con la imagen obtenida por el software especializado, allí se puede apreciar visualmente que el mejor resultado de segmentación se logra con el método basado en regiones, ya que el método basado en fronteras deja pasar mucha información que no es relevante en el proceso de detección de nubes y que magnifican el error

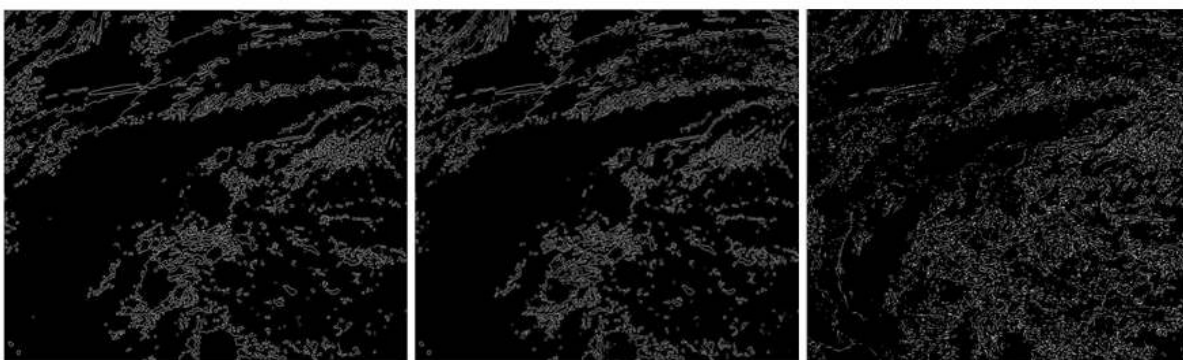


Figura 9: Extracción de bordes de la imagen segmentada. En la parte izquierda por un Software especializado, en el centro por el método de umbralización y en la derecha por transformada Hough.

## 7. CONCLUSIONES.

Para el caso puntual de estudio los mejores resultados se obtuvieron con el método de segmentación basado en regiones, en donde se encontraron los valores más bajos del error medio cuadrático, dada las características de color de las nubes y sus formas particulares hacen más sencillo de implementar este tipo de algoritmos que los utilizados en las técnicas de segmentación basada en fronteras.

El método de segmentación por umbralización de niveles de grises es sencillo de aplicar cuando hay claras diferencias en contraste entre el objeto a segmentar y los demás elementos de la imagen, para el caso particular de las nubes y sus características de color cercanas al blanco, hacen más sencillo de aplicar este método que el de la Transformada Hough.

Es difícil aplicar el método de umbralización cuando se tienen niveles de grises parecidos. El problema radica en hallar el umbral para poder segmentar, si el umbral es cambiante se tiene que encontrar manualmente con experimentación o desarrollar un método automático para hallarlo, para el caso puntual de la segmentación de nubes el mejor resultado se obtuvo con un umbral de 115 en una escala entre 0 y 255 donde 0 equivale al negro y 255 al blanco.

La transformada Hough es una técnica que permite descubrir formas en una imagen, se basa en transformar puntos de la imagen en un espacio de parámetros, dada las formas tan irregulares de las nubes, hacen que esta técnica no tenga un buen desempeño en la segmentación. En teoría se pueden encontrar formas más complejas con la transformada Hough pero el costo computacional crece rápidamente.

## REFERENCIAS

- [1]. Oprisescu, S. Dumitrescu, M., "On the regularization of segmented satellite images", *International Symposium on Signals, Circuits and Systems*, Vol. 1, pp. 83 - 86, 2005.
- [2] SRGIS Sensores remotos, "Guía básica sobre Imágenes Satelitales y sus productos", Colombia 2009
- [3] Comisión Nacional del Agua, "Fundamentos de teledetección", Argentina, 2008.
- [4]. Liping Di; Genong Yu; Yuanzheng Shao; Yuqi Bai; Meixia Deng; McDonald, K.R., "Persistent WCS and CSW services of GOES data for GEOSS", *Symposium (IGARSS), 2010 IEEE International Geoscience and Remote Sensing*, pp. 1699 - 1702, 2010.
- [5]. Loghmari, M.A.; Naceur, M.S.; Boussema, M.R., "A Spectral and Spatial Source Separation of Multispectral Images", *IEEE Transactions on Geoscience*

*and Remote Sensing*, Volume: 44, Issue: 12, pp.3659 - 3673, 2006.

[6]. Parker, J.R., "Gray level thresholding in badly illuminated images",

*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume: 13, Issue: 8, pp. 813 - 819, 1991.

[7]. Sinha, P.K.; Hong, Q.H., "Detection of vertical lines and circles in 3D space using Hough transform techniques", *International Conference on Image Processing and its Applications*, pp. 441 - 444, 1992..

[8] Departamento de Ingeniería electrónica, Telecomunicación y Automática. Área de Ingeniería de Sistemas y Automática "Segmentación con Transformada de Hough.", 2006.

[9]. de Graaf, C.N.; Koster, A.S.E.; Vincken, K.L.; Viergever, M.A., "A methodology for the validation of image segmentation methods", *Fifth Annual IEEE Symposium on Proceedings Computer-Based Medical Systems*, pp. 17 - 24, 1992.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA REALIZAR UN ESTUDIO ETNOFITOPATOLÓGICO

KAREN M SILVA\*, JAIRO CASTAÑO\*\* JAIME AROCHA\*\*\*, GIOVANNI MUÑOZ\*\*\*\*

\* Programa de Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitopatología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Correo electrónico: moralesmilena10@gmail.com

\*\* Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales. Correo electrónico: jairo.castano\_z@ucaldas.edu.co

\*\*\* Programa UNESCO, Miembro del Comité Científico Internacional. Correo electrónico: jaime.arocha@gmail.com

\*\*\*\* Profesor Asistente Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Correo electrónico: giovannimunoz@gmail.com

### Resumen

Debido a las pérdidas que ocasionan los patógenos en los cultivos, es necesario diseñar nuevas metodologías de investigación con enfoque participativo para explorar los conocimientos que poseen los agricultores. La mayoría de los productores del sector agrícola diseñan, construyen y ejecutan estrategias para satisfacer sus necesidades básicas en torno a sus costumbres, creencias, valores y normas. Muchas veces desarrollan planes de manejo, para evitar que las enfermedades ocasionen reducción en el rendimiento de sus cultivos. A veces se ignora que en medio de su

labor diaria, los agricultores producen conocimiento, el cual se debe confrontar con el que producen en las comunidades científicas. En este marco, es necesario construir una metodología que, por una parte, se fundamente en las etnociencias con el fin de lograr un acercamiento familiar y cálido por parte de los especialistas en enfermedades de plantas hacia los agricultores y que por otra parte, apele técnicas de investigación como historias de vida, observación participante y la entrevista semi-estructurada.

**Palabras claves:** conocimiento, cultura, comunidad, etnociencia, enfermedades de cultivos

que las distingue con respecto a otros grupos con los cuales se relacionan [2].

El conocimiento es inherente a los agricultores y es heredado de sus ancestros. Naturalmente, se expresa en la forma como trabajan la tierra, se relacionan con las plantas y animales, organizan sus sociedades, curan las enfermedades que afectan y se comunican con sus deidades. La construcción de conocimiento también se basa en otras fuentes de información, pero incluso así, tienen más relevancia los experimentos y experiencias propias [4] por su veracidad en campo, de ahí que el conocimiento de los agricultores difiera del de los científicos [5, 6,], y que corresponda

### 1. INTRODUCCIÓN

Las comunidades productoras campesinas se caracterizan por poseer una cosmovisión particular de los sistemas productivos a partir de la cual, resuelven sus problemas por medio propios, de modo tal que lo que constituye un manejo normal para ellos, puede ser novedoso para el mundo científico [1]. En su interacción con el medio, la historia y otros pueblos, las comunidades campesinas desarrollan concepciones particulares sobre el mundo que las rodea. De ahí la identidad que desarrollan y

integrar a los productores en la elaboración y en el desarrollo de paquetes de manejo de enfermedades, a partir de sus verdaderas necesidades y preferencias, de modo que enriquezca el conocimiento de los especialistas dedicados a estudiar enfermedades de cultivos. Las ciencias occidentales cometieron el error de separar el patrimonio cultural del patrimonio biológico, hoy son necesarios aquellos procesos investigativos en el área de fitopatología con enfoque participativo e investigadores que estén dispuestos a arriesgarse a constituir equipos heterogéneos que dialoguen sobre saberes alternativos con respecto a la sanidad de plantas. Es el tiempo que acontezca una renovación en la universidad, dejando de lado los viejos paradigmas y empezar a explorar nuevas metodologías direccionadas a una interdisciplinariedad.

## 2. ETNOFITOPATOLOGÍA

En la actualidad no se ha encontrado algún reporte sobre la etnofitopatología, dirigido a la comunidad científica que indague y explique métodos desconocidos para el manejo de enfermedades de las plantas. En todo el mundo, las enfermedades de los cultivos representan un obstáculo importante en el aumento de la productividad de los cultivos. Tanto en ecosistemas naturales y agrícolas, a las plantas las afecta enfermedades que perturban sus sistemas funcionales, causando disminuciones en el rendimiento, que con frecuencia se reflejan en pérdidas económicas para los productores y precios más elevados para los consumidores [7].

Un punto de partida para llevar a cabo un estudio etnofitopatológico aparece en el artículo *“Ethnophytopathology: The*

*relationship between plant pathology and human society”*, de Karen Beth G. Scholthof de la Universidad de Texas (2010). Esta investigadora contempla que los especialistas vinculados al área de fitopatología están relacionados estrechamente con la historia y la cultura de la sociedad campesina. Pero no es claro para Scholthof qué diseño metodológico puede emplearse [8], aunque cabe la posibilidad de que la etnofitopatología pueda tener un enfoque metodológico muy similar al que se desarrolla en investigaciones de etnobotánica y etnoveterinaria.

Para realizar un estudio etnofitopatológico se debe escoger una comunidad agrícola que no esté tan influenciada por otras culturas, que esté apartada y el acceso a ésta sea difícil, se supondría que las tradiciones y costumbres nos han sido modificadas por agentes externos. También, se debe tener en cuenta que el lugar geográfico seleccionado, presente condiciones ambientales propicias para el desarrollo de enfermedades como temperatura, humedad relativa y precipitación óptimas [18].

Con esto en mente, la investigadora se desplazó al municipio de Nuquí (Chocó-Colombia), caracterizado por una precipitación media anual de 6.109 mm y temperatura promedio anual de 25,8°C. Después de realizar el muestreo en las 15 parcelas de arroz establecidas en el corregimiento, se concluyó que no había daños aparentes en las plantas, al menos causados por patógenos (Figura. 1). Los productores de esta región tienen cultivos de arroz libres de enfermedades y realizan actividades que posiblemente evitan los patógenos, manejan los cultivos de acuerdo con sus costumbres y el medio ambiente que los rodea. Los panguinenses multiplican su semilla “Tumba Casas”, no la intercambian con productores de

otras regiones y la almacenan en lugares secos. Cuando los agricultores y agricultoras establecen el cultivo de arroz, tienen por tradición sembrar en sitios donde no se haya utilizado el suelo antes para labores agrícolas, periodo de tiempo que oscila entre tres y cuatro años. La percepción que tienen los productores y productoras referentes a sanidad de las plantas, permite acceder a saberes ancestrales o tradicionales antes no explotados [8].

### 3. ETNOFITOPATOLOGÍA COMO METODOLOGÍA DE ESTUDIO EN LA FITOPATOLOGÍA

El diseño metodológico está fundamentado principalmente en los principios de las etnociencias. En los últimos años ha sido reconocido el conocimiento popular de las poblaciones tradicionales en algunas áreas de las ciencias naturales (*etnociencias*) por su gran importancia. El prefijo “etno” indica el conocimiento que poseen los sistemas culturales tradicionales [9]. Muchas etnociencias se circunscriben a las disciplinas denominadas híbridas, es decir que conjugan ciencias biológicas con ciencias sociales. En conclusión, las etnociencias reconocen el valor del conocimiento popular y lo estudian.



**Figura 1.** Plantas de arroz libres de enfermedades

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología que incluya técnicas de investigación social. Se basa en describir y examinar el conocimiento etnocientífico, vinculado al manejo de enfermedades de cultivos (Etnofitopatología) y reflexionar en torno a la cultura y el efecto de esta en la sanidad de los cultivos. Las dos preguntas de esta propuesta metodológica son: ¿Qué saben los productores del manejo de enfermedades de plantas? pero antes de resolverla tenemos primero que saber ¿Cuál es la mejor manera de llegar a este conocimiento? [10].

#### 3.1 Visitas de campo exploratorias

Para indagar el conocimiento ancestral o tradicional de manejo de enfermedades, fue necesario que la fitopatóloga encargada de la investigación se desplazara por vía aérea a Nuquí, municipio del departamento de Chocó-Colombia. No se puede acceder a este municipio por vía terrestre, actualmente no existe ninguna carretera que lo permita. Después de llegar al municipio de Nuquí, la investigadora se contactó con la líder comunal, presidenta del consejo general “Los Riscales”, ya que el municipio de Nuquí abarca todo el sector sur del golfo de Tribugá y alberga nueve de las 10 comunidades negras. La investigadora expuso ante ella los objetivos propuestos del trabajo y se esforzó por lograr el consentimiento de la comunidad para trabajar con los productores. La líder del consejo general de Nuquí relacionó a la investigadora con la líder del consejo del corregimiento de Panguí donde se había propuesto realizar el estudio. Las plantas son susceptibles a muchos patógenos [11] y los corregimientos adscritos al municipio de Nuquí se caracterizan por ser agrícolas. Fue necesario que la investigadora se desplazara por vía marítima en una lancha a Panguí,

corregimiento arrocero por tradición. La investigadora fue recibida en la comunidad por la líder del corregimiento y fue ubicada en la casa de una agricultora cabeza de familia de la comunidad.

Entonces, empezó a planear junto a los agricultores y agricultoras sesiones de trabajo con tiempos flexibles, puesto que tuvo en cuenta las actividades que realizaban los productores y productoras en diferentes momentos. De esta forma logró que la mayoría de los productores y productoras participaran en la investigación y esto le permitió desplazarse a los cultivos de arroz (Figura. 2).

### 3.2 Historias de vida

Hubo una aproximación a los agricultores panguinenses de mayor trayectoria, fue primordial que ellos hubieran pasado gran parte de su vida en el campo. La intención de la investigadora era acercarse a la comunidad y centrarse en sus historias de vida. Ella logró que los productores relataran momentos de baja productividad por los que han pasado sus cultivos y en consecuencia reducción de arroz en su dieta alimenticia diaria. Consiguió que compartieran sus experiencias personales y contaran la forma como enfrentan los problemas fitosanitarios. Se interesó específicamente por las actividades y recursos que la comunidad campesina ejecutaba y utilizaba en medio de su cotidianidad, con el fin de mantener las plantas libres de enfermedades. La investigadora también tuvo en cuenta todo lo que lograron recordar los agricultores de experiencias pasadas.



**Figura 2.** Vía fluvial más común de acceso a los cultivos de arroz

### 3.3 Observación participante

La investigadora estuvo presente en el sitio y en el momento en que los agricultores realizaban sus labores diarias. Aparte de desplazarse al sitio de la investigación, la investigadora vivió por un tiempo junto a los productores [12]. Ella estuvo en el corregimiento de Panguí, con el propósito de realizar un análisis cualitativo de éste [13]. Por lo tanto, observó a los agricultores y agricultoras en su ambiente natural, en el cual se suponía que se comportarían de forma espontánea y genuina [14], pero en realidad aunque el campo es su escenario cultural, los productores se sentían perturbados por la investigadora porque los estaba observando. Fue necesario que la investigadora compartiera con los agricultores en campo, se levantara temprano y junto a ellos empezara un nuevo día de trabajo para lograr revelar sus costumbres [15]. La investigadora realizó una descripción detallada, que le permitió comprender cuándo y de qué forma se manejan los problemas fitosanitarios en el lugar. La observación participante es excepcional para estudiar las relaciones entre las personas en torno a sus actividades y la continuidad de éstas en el tiempo [16].

### 3.4 Entrevista semi-estructurada

La investigadora se basó en una guía de preguntas [17] para resolver la primera

pregunta de investigación ¿Qué saben los productores del manejo de enfermedades de plantas? y así obtener información de las labores que realizan los productores y productoras en los cultivos. Estas preguntas consignadas en el cuestionario se caracterizaron por ser abiertas, simples y muy generales en relación a los cultivos y el manejo de enfermedades de los mismos. La investigadora hizo todo lo posible por crear un ambiente confiable que conllevara a la entrevista. La participación de la entrevistadora en la retroalimentación del tema fue escasa. Al transcurrir la entrevista emergieron preguntas de la conversación y esto dio espacio a nuevos subtemas e ideas. La investigadora empleó un lenguaje sencillo y evitó los tecnicismos para que todos los agricultores y agricultoras entendieran las preguntas.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe la posibilidad de proponer que la etnofitopatología esté directamente relacionada con el estudio de las costumbres de un grupo de personas, en torno a enfermedades de plantas y el esfuerzo de los productores para manejarlas. En otras palabras, la etnofitopatología brinda una metodología investigativa que tiene en cuenta a los productores o personas que integran una comunidad del sector rural en un territorio, para trabajar conjuntamente con los especialistas dedicados a estudiar las enfermedades de plantas. Pues bien, por simplicidad se puede deducir que la etnofitopatología se encarga de estudiar la percepción que poseen las personas que trabajan en el campo en actividades relacionadas con la agricultura y las enfermedades de las plantas. También es una

fuerza de origen de diversas reflexiones en torno a tradiciones y costumbres de los agricultores para reducir los problemas de sanidad vegetal. Su misión se resumiría en analizar las concepciones que tiene una comunidad frente a enfermedades de las plantas, con el fin de construir planes de manejo más pertinentes [8].

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández, R.S., Fernández, C.C. & Baptista, P.L. (2003). Metodología de la investigación. McGrawHill.
2. Tandi, E.L., Ngulube, P., & Stilwell, C. (2010). Managing indigenous knowledge for sustainable agricultural development in developing countries: Knowledge management approaches in the social context. Elsevier Ltd, 42: 174-185
3. Price, L. L. (2001). Demystifying farmers' entomological and pest management knowledge: A methodology for assessing the impacts on knowledge from IPM-FFS and NES interventions. *Agriculture and Human Values*, 18: 153-176
4. Morales, H., & Perfecto, I. 2000. Traditional knowledge and pest management in the Guatemalan highlands. *Agriculture and Human Values* 17: 49-63
5. Chambers, R. (1997). Whose Reality Counts? – Putting the First Last. London: Intermediate Technology.
6. Horton, D. E., & Ewell, P.T. (1991). Sweet potato pest management: A social science perspective. Sweet Potato Pest Management – A Global Perspective (pp 407-427)
7. Araus, C.L. 1998. Fitopatología un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Costa Rica.

8. Silva, K., Castaño, J & Muñoz, G. Estudio etnofitopatológico en una comunidad afrocolombiana del municipio de Nuquí (Chocó, Colombia). *Revista Agronomía*, Vol. 19(1), 2011.
9. Campos, M. D'O. (2002). Etnociência ou etnografia de saberes, técnica e práticas?. In: *Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas* Rio Claro: UNESP/CNPq;
10. Price, L. L., & Björnsen, A. G. (2006). Describing and measuring ethno-entomological knowledge of rice pests: tradition and change among Asian rice farmers. *Environ Dev Sustain* 8:507–517
11. Agrios, G.N. (2005). Plant pathology. Department of plant pathology University of Florida. Elsevier.
12. Charlotte, D. A. (1999). *Reflexive Ethnography: a guide to researching ourselves and others*. London and New York: Routledge
13. Lofland, J. (1971). *Analyzing Social Settings: A Guide to Qualitative Observation and Analysis*. Belmont, Calif: Wadsworth. (pp 136)
14. Blumer, H. (1996) The Society for more creative speech. Symbolic interactionism as defined by Herbert Blumer. Consultado Enero 2, 2012 de [Http://www.cdharris.net/text/blumer.html](http://www.cdharris.net/text/blumer.html).
15. Denzin, N. (2009). *The research act: a theoretical introduction to sociological methods*. First paperback printing.
16. Jorgensen, D. (1989). Participant observation a methodology for human studies. *Applied social research methods series*, Vol 15
17. Kiros, A. M., & Abang, M. M. (2008). Farmers' knowledge of crop diseases and control strategies in the Regional State of Tigray, northern Ethiopia: implications for farmer–researcher collaboration in disease management. *Agric Hum Values* 25:433–452
18. Colhoun, J. (1973). Effects of environmental factors on plant disease. *Effects of environmental factors on plant disease. Annu. Rev. Phytopathol*, 11:343-364.

# APORTES SEMÁNTICOS DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS AL DISEÑO GRÁFICO Y MULTIMEDIA.

Blanca Castaldo Suau

Departamento de Medios Informáticos

Escola Superior de Disseny de les Illes Balears

Palma de Mallorca, Illes Balears, 07012, España. bcastaldo@escoladisseny.com

**Resumen:** El valor transdisciplinario de la Teoría General de Sistemas, reside en la posibilidad de obtener modelos que exhiben características comunes, aunque referidas a sistemas diferentes, objeto de estudio de en ámbitos dispares del saber (física, matemáticas, historia, economía, medicina...). Aparece así un nuevo lenguaje conceptual, puente entre numerosas disciplinas. La Teoría General de Sistemas, pretende introducir una semántica científica de utilización universal, como no, también utilizable en ámbito de estudio y creación del arte y el diseño.

**Palabras Clave:** Transdisciplinariedad, lenguaje, diseño gráfico y multimedia, Teoría General de Sistemas.

## 1. INTRODUCCIÓN

La investigación y especialización científica da lugar a la creación de nuevas palabras que se acumulan llegando a formar un lenguaje propio, manejado únicamente por sus especialistas. De esta forma, al trabajar estos en proyectos interdisciplinarios surgen problemas de comunicación pues cada uno maneja un lenguaje diferente. La Teoría de los Sistemas, pretende la introducción de una semántica científica de utilización universal que permita solucionar este problema (Simbron, 2004)[1]. Esta podría ser usada también en diseño, si previamente somos capaces de aceptar la premisa que el diseño es un sistema.

## 2. SISTEMAS Y DISEÑOS

**Sistema:** «Conjunto de elementos interdependientes, es decir ligados entre sí por relaciones tales que si una es modificada, las otras también lo son y que, en consecuencia, todo el conjunto es modificado (Mandressi, R. 2011, ¶ 1) [2] ». Los diseños son sistemas.

**Diseños cerrados:** Un diseño es cerrado cuando no mantiene ningún intercambio con el ambiente: ningún elemento de afuera entra y ninguno sale fuera del sistema.

**Diseños abiertos:** Se caracterizan por un proceso de intercambio infinito con su ambiente.

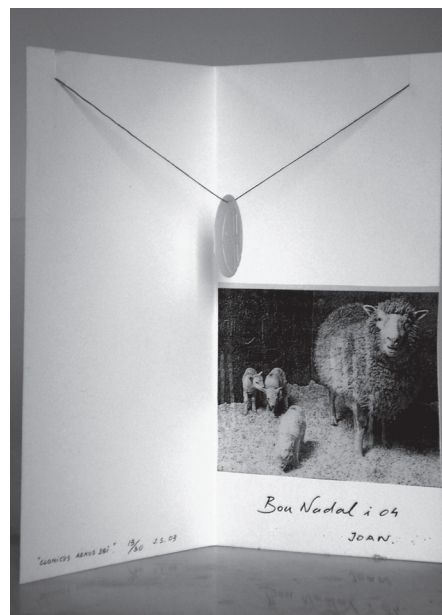
**Diseños estáticos:** son aquellos diseños que no cambian con el tiempo.

**Diseños dinámicos:** Son diseños en los que, determinados parámetros evolucionan con el transcurso del tiempo

(Mandressi, 2005). La mayoría de diseños son dinámicos, recibe (imágenes, textos, información, etc.) de su ambiente y descarga algo en su ambiente (u otros diseños), no olvidemos que su propósito es influir en él. Si el intercambio con el ambiente cesa, y el diseño permanece estable mientras el ambiente cambia, acaba por dejar de cumplir su función. Entonces, se extingue como diseño, o en algunos casos afortunados, si alguien es capaz de asignarle otra función, puede perdurar en otra existencia por ejemplo por su interés, documental, decorativo, etc. El diseño de un periódico, por ejemplo, mantiene un intercambio permanente con su ambiente, que determinan continuidad, es decir, su viabilidad.

**Un diseño dinámico es lineal** si su dinámica o pauta de ordenación es constante. Este tipo de diseño, puede crearse, por ejemplo, mediante una transformación geométrica afin o la combinación de diferentes transformaciones pero siempre lineales. El conocimiento de su estado actual hace que se pueda conocer su estado en cualquier otro instante futuro o pasado.

**Los diseños no lineales.** Poseen elementos con un comportamiento más o menos caótico. Por ello no es posible conocer con exactitud como serán en el futuro, puesto que varían periódicamente, pero si se conoce el estado actual



*Fig.1 Diseño cerrado: Felicitación de navidad 2004 del pintor Joan Soler. Este diseño se acaba en si mismo, no tiene continuidad en otros diseños.*



Fig.2 Diseño dinámico lineal: Podemos imaginar como serán todos los peldaños de esta escalera.

del diseño y la norma que los genera, se podrá conocer razonablemente el estado que el diseño puede alcanzar.

**Sistemas triviales:** Se trata de aquellos diseños o elementos de diseños con comportamientos altamente predecibles, con estructuras muy simples. Responden con un mismo output cuando reciben el input correspondiente, es decir, no cambian su comportamiento.

**Subsistema:** Los sistemas están a su vez dentro de sistemas. Los diseños, se desarrollan dentro de un ambiente y/o dentro de otros diseños. Un subsistema es un conjunto de elementos y sus relaciones que responden a estructuras y funciones especializadas dentro de un sistema mayor – en el caso que nos ocupa, un diseño-. En términos generales, los subsistemas -o elementos del diseño- tienen las mismas propiedades que los sistemas (el diseño). Su definición como tal es relativa a la posición del observador. Desde esta perspectiva podemos hablar de subsistemas (por ejemplo una tipografía), sistemas o diseños (por ejemplo un libro) o supersistemas (una colección), en tanto éstos posean las características sistémicas.

**Emergencia:** La descomposición de un diseño en unidades menores puede acometerse hasta el límite en el que aparece un nuevo nivel de emergencia, que coincide con otro sistema cualitativamente diferente. La emergencia de un sistema supone la posesión de cualidades y atributos que no se dan en las partes aisladas y, por otro lado, que sus partes o los elementos mantienen propiedades y cualidades únicamente en el contexto dado. Ello significa que las propiedades propias de los elementos del diseño no pueden explicar su emergencia.

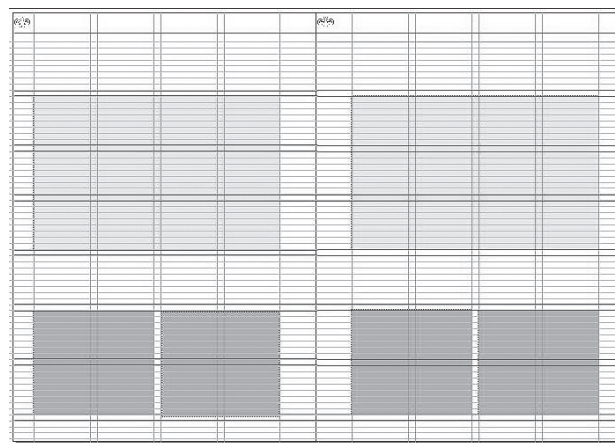


Fig.3 Pauta de comportamiento de un diseño dinámico no lineal.

### 3. EL DISEÑO Y SU AMBIENTE O CONTEXTO

**Ambiente/contexto:** “Se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema” (Marcelo & Osorio, 1998, p.4 ¶4) [3] Un diseño siempre estará relacionado con el contexto que lo rodea, o sea, el conjunto de objetos exteriores a este, pero que influyen decididamente en él. A su vez el diseño influye, sobre el contexto; se trata de una relación mutua de contexto-diseño.

Tanto en la Teoría de los Sistemas como en el método científico, existe un concepto común: el foco de atención, aquello que se aísla para estudiar. Al foco de atención, en términos de sistemas, se le llama límite de interés. Observando la revista National Geographic: Un biólogo fijará su interés preferentemente en el reportaje sobre los animales, un fotógrafo en cómo han sido tomadas las magníficas fotografías, y un diseñador gráfico en las fotografías y la manera de disponerlas junto al texto para exponer mejor un determinado trabajo científico.

Para determinar el límite se considerarían dos etapas por separado:

1. La determinación del contexto de interés -Ejemplo diseñaré una felicitación de navidad, no de cumpleaños-
2. La determinación del alcance del límite de interés entre el contexto y el diseño: Se suele representar como un círculo que encierra al diseño, y que deja afuera del límite de interés aquello que no interesa al diseñador. De todas las opciones que maneja el diseñador para resolver un problema, elige unas y abandona otras. Las elegidas determinan las relaciones entre el contexto y el diseño y viceversa.

Determinar el límite de interés es fundamental para marcar el foco de interés o análisis, puesto que sólo será considerado lo que quede dentro de este. Entre el diseño y el contexto, enmarcado por el límite de interés, existen infinitas relaciones.

**Frontera/ límite:** El límite de un diseño es la línea que separa al diseño de su ambiente, que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él. La línea trazada en torno a las variables seleccionadas del ambiente para formar parte del diseño y que excluye las variables no seleccionadas.

**La permeabilidad** de un diseño mide la interacción de este con del medio. Cuanto mayor o menor sea la permeabilidad del diseño, este será más o menos abierto. Los diseños abiertos, mantienen mucha relación con su ambiente y son diseños muy permeables. Por el contrario los diseños cerrados se caracterizan por una permeabilidad casi nula.

**Adaptabilidad:** Es la propiedad de un diseño de aprender y modificar un proceso, un estado o una característica de acuerdo a los cambios que sufre su contexto. Para que un diseño sea adaptable debe mantener un intercambio fluido con su ambiente. Por ejemplo, una de las causas del éxito de la Mascota Olímpica Cobi, diseñada por Javier Mariscal fue sin duda su versatilidad, su capacidad de adaptación a la infinidad de circunstancias para las que fue requerida.

**Armonía:** Es la propiedad que mide el nivel de afinidad de los diseños con su ambiente. Un diseño armónico sufre modificaciones en su estructura, proceso o características en la medida que el ambiente se lo exige y es estático si su ambiente también lo es. Los diseños de periódicos como el País, la Vanguardia, han sufrido modificaciones en su estructura, proceso o características estructurales a medida que, cambiaba su medio, pro ejemplo a medida que iban surgiendo nuevas tecnologías para el tratamiento, reproducción e impresión.

#### 4. COMPLEJIDAD DEL DISEÑO

**Elemento:** Los elementos de un diseño son las partes o componentes que lo forman. Estos pueden ser “objetos” (imágenes, textos, sonido en el caso de aplicaciones multimedia) o procesos.

**Entidad:** “Es lo que constituye la esencia de algo y por lo tanto es un concepto básico. Las entidades pueden tener una existencia concreta, si sus atributos pueden percibirse por los sentidos y por lo tanto son medibles y una existencia abstracta si sus atributos están relacionados con cualidades inherentes o propiedades de un concepto” (Rincón, 1998, ¶ 3) [4].

**Variables:** Todo diseño implica un proceso de desarrollo basado en la acción, interacción y reacción entre distintos elementos. Dado que dicho proceso es dinámico, se denomina variable, a cada elemento que lo compone. No todas las variables de un diseño tienen el mismo comportamiento sino que, estas, asumen comportamientos diferentes según el momento y las circunstancias que las rodean.

• **Parámetro:** “Uno de los comportamientos que puede tener una variable es el de parámetro. Cuando una variable no tiene cambios ante alguna circunstancia específica, no significa que la variable sea estática ni mucho menos, sino que sólo permanece inactiva o estática frente a una situación determinada” (Simbron, 2004; 15.Parámetro, ¶ 1). Por ejemplo, en los videojuegos y aventuras gráficas encontramos elementos que no padecen cambios ante determinadas circunstancias, y sí ante otras diferentes.

• **Operadores:** Son las variables que activan a las demás y logran influir decisivamente en el proceso para que este se ponga en marcha. Estas variables actúan como líderes del resto y por consiguiente son “privilegiadas” respecto al resto. En la Figura 4, la variable de tamaño de texto, funciona como operador de la página Web, pues un cambio en este provoca que otras variables como las cajas que lo enmarcan y la imagen, cambien de posición. Por su parte la variable imagen no solamente es influida por este operador, sino que lo es también por ejemplo por otra variable como la resolución de pantalla.

**Variedad:** Es la cantidad de elementos de un sistema.

**Atributo:** Los atributos son las características y propiedades estructurales o funcionales de los elementos de un diseño. Ellos son los que definen al diseño tal como lo

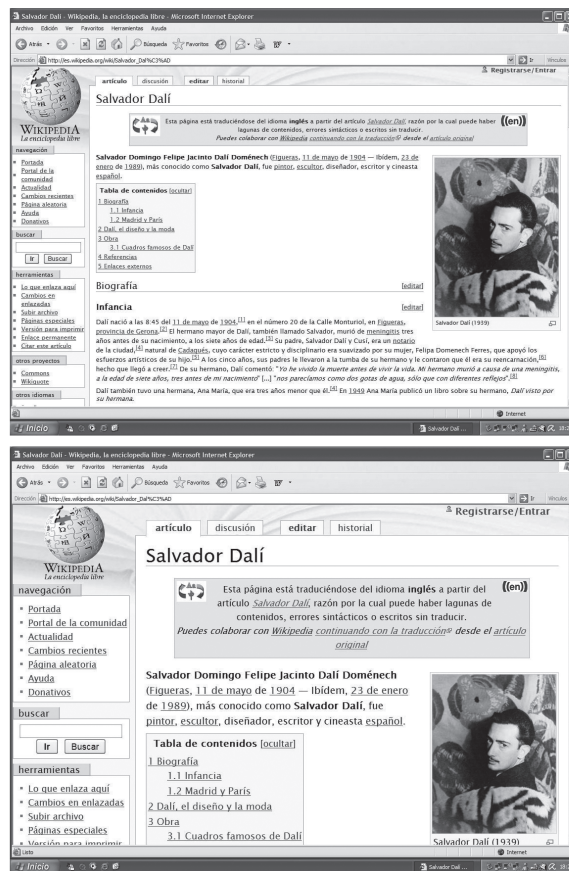


Fig. 4 Operadores



Fig.5 Variedad y Variabilidad. Observar las diferentes páginas de un libro o de una web puede darnos una idea de la variedad de elementos que integra su conectividad, así como la variabilidad del conjunto. (Diseño de Castaldo, B. 2009, y antiguo diseño de la web del Museu de la Vida Rural)

conocemos u observamos. Los atributos pueden ser:

•**Atributos definidores:** “Aquellos sin los cuales una entidad no sería designada o definida tal como se lo hace” (Simbron, 2000; 10.Atributos, ¶ 1).

•**Atributos concomitantes:** “Aquellos que cuya presencia o ausencia no establece ninguna diferencia con respecto al uso del término que describe la unidad” (Simbron, 2004; 10.Atributos, ¶ 1.)

**Relación:** Los elementos no relacionados e independientes no pueden constituir nunca un sistema, ni tampoco un diseño. Las relaciones son los enlaces que vinculan entre sí a los elementos o subsistemas que componen un diseño. Las relaciones internas (entre sus elementos) y externas (con el ambiente) de los diseños, pueden denominarse de diversas maneras: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, vínculos, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, etcétera. Estas son de vital importancia para el desarrollo o la comprensión, en caso de análisis, del comportamiento de los diseños dinámicos. Podemos clasificarlas en:

•**Simbiótica:** Es aquella en que los elementos vinculados no pueden funcionar solos. A su vez puede subdividirse



Fig. 6 Atributos definidores: Los elementos marcados en rojo son definidores de las letras B, M, Q en este diseño tipográfico.



Fig. 7 Atributos concomitantes: Ambos diseños tipográficos representan una X, contengan o no serifs, use o no diferentes grosores de línea.

en **unipolar o parasitaria**, cuando un elemento (parásito) no puede funcionar sin el otro elemento; y **bipolar o mutual**, cuando ambos elementos dependen uno del otro.

- **Sinérgica:** Sinergia significa acción conjunta, sin embargo, para la Teoría General de Sistemas el término significa más que afán cooperativo: En las relaciones sinérgicas la acción cooperativa de las partes, da lugar a un producto mayor que la suma de sus elementos tomados de forma independiente. El todo es más que la suma de sus partes. El diseño se obtiene de la acción recíproca de sus elementos (teleología). La sinergia es una propiedad común a todos los sistemas.

- **Superflua:** Son las que repiten otras relaciones. La razón de ser de las relaciones superfluas en un diseño es la confiabilidad. Las relaciones superfluas aumentan la probabilidad de que un diseño funcione todo el tiempo y no una parte del mismo. El lenguaje publicitario, por ejemplo, utiliza a menudo la redundancia para que a ningún espectador se le escape el mensaje que se repite una y otra vez de diferentes modos: El champú te dará sensación de frescor- afirma el texto del slogan. La metáfora del frescor que proporciona el champú se remarca en la botella helada, los cubitos de hielo que salen de la cabeza del joven al agitar el pelo, en la tipografía de hielo y el tono azulado de todo el anuncio.

**Conglomerado:** Cuando el conjunto, resulta de la suma de las partes, componentes y atributos, carentes de sinergia. Los diseños no pueden ser conglomerados pues su propiedad fundamental es la acción recíproca entre las partes componentes (teleología).



Fig. 8. Entre la etiqueta y la botella de limpiacristales existe una relación formal simbiótica. La forma de la etiqueta se adapta a la de la botella e informa de su contenido. La transparencia permite ver mejor cuanto contenido queda en la botella a través de la ventana (mutual). El mensaje de la función del limpiacristales se expresa de forma redundante (superflua) con el texto y el dibujo de la ventana transparente.

**Integración e independencia:** Un diseño integrado es aquel cuyo nivel de coherencia interna hace que un cambio producido en cualquiera de sus elementos produzca cambios en los demás y hasta en el propio diseño. Diremos que un elemento del diseño es independiente cuando un cambio en él, no afecta a los demás elementos ni al diseño.

**Organización:** La organización de un diseño debe concebirse como la regulación de los vínculos entre elementos. La interdependencia tiene grados: Ciertas relaciones son más importantes que otras. La organización de un diseño es el patrón de relaciones que definen los estados posibles de este (variabilidad). En la figura 7, podemos observar como un antiguo manual de caligrafía explicaba la interdependencia entre las formas de las letras, su patrón de construcción.

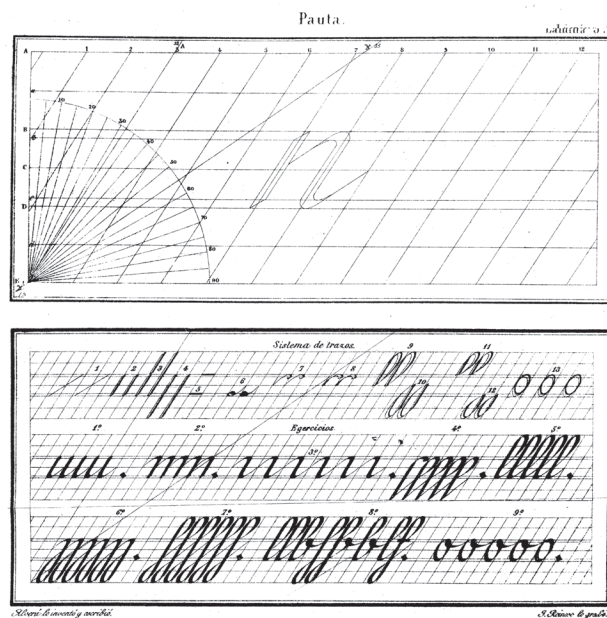


Fig. 9 Organización. (Nuevo arte de enseñar y escribir la letra española para todas las escuelas del reino, Averá Delgrás A.)

**Estructura:** Las interrelaciones entre las partes o elementos de un diseño, constituyen la estructura de diseño. (Ver Fig. 3)

**El espacio de fase** es una representación del comportamiento de un diseño o de uno de sus elementos (layout). Una de las técnicas para elaborarlos consiste en dibujar las principales variables de este, unas contra otras, dando como resultado la estructura propia de ese elemento. De este modo podemos tratar de determinar, el área espacial que puede ocupar un determinado tipo de elementos (imágenes, títulos, texto, etc.) en un diseño. Cuantas más estructuras, podamos definir con todos o parte de los elementos de un diseño, más información podremos obtener de él.

**La Dimensión de Correlación**, o retícula trata de establecer la correlación existente entre un punto del atractor o estructura de un elemento con la de otros elementos, los puntos coincidentes entre diferentes estructuras (títulos,

texto, imágenes, sonido, vídeo, etc.).(Ver Fig. 3)

**Jerarquía o Rango:** En los diseños existen distintas estructuras entre las que el diseñador establece un rango relativo según sus características y complejidad. El concepto de rango indica la jerarquía entre los diferentes elementos y su nivel de relación con el sistema mayor o diseño. Un elemento o subsistema de un nivel, es diferente al de otro de nivel, y en consecuencia, para su análisis o trabajo no pueden aplicarse los mismos modelos, ni métodos a riesgo de cometer errores metodológicos evidentes.

**Complejidad:** Indica por un lado la cantidad de elementos de un diseño (complejidad cuantitativa), por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) así como el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad). La complejidad de un diseño es proporcional con su variedad y variabilidad, por tanto, es siempre una medida comparativa.(Ver Fig. 5)

**Modelo:** son prototipos de los diseños realizados con el fin identificar y mensurar determinadas relaciones sistémicas; no todas, pues la esencia de la modelística es la simplificación. Cada diseño puede ser representado en más de un modelo o maqueta.



Fig. 10 Modelo o maqueta: Modelos para el diseño de una joya realizado por Susana Piñar, estudiante de Diseño de producto en la Escuela Superior de Diseño de las Islas Baleares, 2009.

## 5. ENTRADA-PROCESO Y SALIDA

**Proceso:** es lo que transforma una entrada en salida. El diseñador decide o regula como se van a efectuar la transformación de entradas en salidas. Los diseños en los que el diseñador controla absolutamente todo el proceso se denomina **Caja Blanca**. (Ver Fig.3)

**La Caja Negra:** Se usa para representar el proceso cuando se desconoce exactamente que elementos lo componen, pero se sabe que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas y con ello se puede presumir que las variables funcionarían de cierto modo. Por ejemplo, la retícula de imágenes de una publicación (Ver Fig. 11), funcionaría como caja negra, puesto que a priori no sabemos que imágenes llevará la publicación, pero sí que se ordenarán en los campos destinados a imágenes siguiendo una pauta de procesamiento.

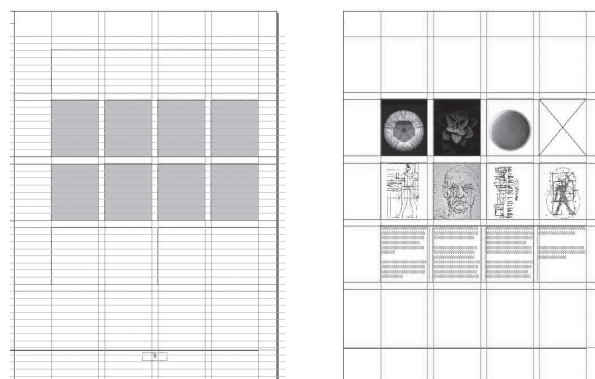


Fig.11 Caja negra

**Centralización y descentralización:** “Un sistema se dice centralizado cuando tiene un núcleo que comanda a todos los demás, y estos dependen para su activación del primero, ya que por sí solos no son capaces de generar ningún proceso. Por el contrario los sistemas descentralizados son aquellos donde el núcleo de comando y decisión está formado por varios subsistemas. En dicho caso el sistema no es tan dependiente, sino que puede llegar a contar con subsistemas que actúan de reserva y que sólo se ponen en funcionamiento cuando falla el sistema que debería actuar en dicho caso.” (Simbron, 2004 p.7).

**La Cibernética:** estudia los flujos de información en torno a un sistema, y la manera en que esta información es usada por el sistema como un valor que le permite controlarse a sí mismo.

**Los Diseños cibernéticos:** Son aquellos que disponen de dispositivos internos de autorregulación, que reaccionan ante los cambios en el ambiente, elaborando respuestas variables que ayudan a alcanzar los fines del diseño.

**Circularidad:** “Concepto cibernético que nos refiere a los procesos de autocausación. Cuando A causa B y B causa C, pero C causa A, luego A en lo esencial es autocausado” (Marcelo & Osorio, 1998, p.5 ¶2).

**Información:** conjunto organizado de datos procesados que constituyen un mensaje, que cambia el estado de conocimiento del sistema (el diseño o el ambiente) o del sujeto que recibe dicho mensaje. La información es a su vez

la corriente negentrópica más importante de que disponen los diseños complejos.

**Input / Output:** Los diseños son procesadores de entradas y elaboradores de salidas.

**Input o Entradas.** Todo diseño abierto requiere de recursos de su ambiente. Se denomina input a la importación de recursos materiales (como imágenes, textos, etc.), recursos humanos, información, etc. requeridos para iniciar la actividad del diseño. Las entradas pueden ser:

- **En serie:** Es el resultado o la salida de un diseño anterior con el cual el diseño en estudio/realización está relacionado de forma directa. Por ejemplo, la tipografía elegida para un diseño es a su vez un diseño que condiciona el proyecto.
- **Aleatoria:** Es decir, al azar. Las entradas aleatorias representan entradas potenciales en un proyecto o diseño. Las fotografías, los anuncios, los textos de un periódico son entradas aleatorias, cambian a diario.
- **Retroacción:** Es la reintroducción de una parte de las salidas del diseño en sí mismo. Por ejemplo, el “book” de un diseñador incluye diseños anteriores a este en el propio diseño.

**Output o Salidas:** Las salidas de los diseños son los resultados que se obtienen al procesar las entradas.

Resultan del funcionamiento del diseño y, del propósito para el cual se crea. En ocasiones pueden convertirse a su vez en entrada de otro diseño, que la procesará para convertirla en otra salida. Según su destino los outputs pueden clasificarse en servicios, funciones y retroinputs.

**Servicio:** Son las salidas de un diseño que van a servir de inputs de otros diseños o sistemas

**Función:** Actividad o al conjunto de actividades, que desempeña uno o varios elementos, de forma complementaria para conseguir un objetivo concreto y definido.

**Retroinput o Recursividad:** Proceso que hace referencia a la introducción de los resultados de un diseño en él mismo. Las salidas del diseño van dirigidas al mismo diseño.

**La retroalimentación** se produce cuando las salidas del diseño o la influencia de estas en el contexto, vuelven a ingresar en el propio diseño como recursos o información. La retroalimentación permite el control de un diseño y que el diseñador tome medidas de corrección en base a la información retroalimentada. Es un proceso mediante el que el “diseñador” recoge información sobre los efectos de sus decisiones en el medio, información que influirá sobre las sucesivas decisiones en el proyecto (acciones). Mediante los mecanismos de retroalimentación, los diseños pueden

regular sus pautas de acuerdo a sus efectos reales y no a intuiciones.

**Retroalimentación negativa:** Concepto relacionado con los procesos de autorregulación u homeostáticos. Los diseños con retroalimentación negativa son aquellos que mantienen sus objetivos aunque ello implique realizar cambios en sí mismos para seguir funcionando.

**Retroalimentación positiva** Indica una cadena cerrada de relaciones causales en las que el cambio en uno de sus elementos afecta a otros elementos del diseño, aumentando la variación inicial y propiciando un comportamiento sistémico caracterizado por un autorreforzamiento de los cambios. Determinados videojuegos usan la retroalimentación positiva como parte del juego.

Cuando se mantiene un diseño y se modifican sus metas/ fines nos encontramos también ante un caso de retroalimentación positiva.

## 6. LA FUNCIÓN Y EL TIEMPO

**Exito:** El éxito de los diseños, es la medida en que estos alcanzan sus objetivos. No alcanzar las metas previstas exige la revisión y modificación del diseño, de manera que pueda alcanzar los objetivos deseados.

**Teleología:** atribución o estudio de los fines o propósitos de un diseño. Refiere también, a un modo de explicación basado en causas finales, en oposición a los causalistas o mecanicistas.

**Mantenibilidad:** Es la propiedad que tiene un diseño de seguir cumpliendo su función. Para asegurar que el diseño se mantiene en equilibrio con su ambiente se requieren estrategias. La simplicidad de la marca Nivea, por ejemplo, ha permitido que se aplicara de forma igualmente eficaz en nuevos productos de la casa y sus diversos formatos de envase manteniendo su vigencia desde 1959, como estrategia de universalidad y mantenibilidad.

**Optimización:** Modificar el diseño para lograr alcanzar los objetivos deseados.

**Suboptimización:** Se presenta cuando un diseño no logra sus objetivos sea por las limitaciones del medio o porque tiene varios objetivos que son excluyentes. En este caso, se han de reducir sus objetivos o eliminar aquellos de menor importancia y que son excluyentes con otros más importantes.

**Viabilidad:** Indica la capacidad de supervivencia y adaptación de un diseño a un medio cambiante.

**Homeostasis:** La homeostasis es la propiedad de un diseño que define su nivel de respuesta y de adaptación al contexto, su tendencia a la supervivencia dinámica. Los

diseños muy homeostáticos padecen transformaciones estructurales en la misma medida que las sufre el contexto. Personajes clásicos de cómic y la animación como Mikey Mouse o la mascota de los neumáticos Michelin, Bibendum, han sufrido transformaciones adaptándose a los gustos y técnicas de expresión gráficas de cada momento manteniendo su vigencia, este último, desde 1889 hasta hoy, son altamente homeostáticos. Lo mismo ha ocurrido con marcas como CocaCola o Pepsi.

**La entropía** de un diseño es el desgaste que este presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. En un diseño cerrado la entropía siempre es positiva. El diseño está irremediamente condenado a la muerte a causa de su incapacidad para seguir cumpliendo su función, al permanecer estable en un medio cambiante. La felicitación de navidad del artista Joan Soler (ver Fig. 1), dejó de cumplir su función tras las navidades de 2004, en que se dio la noticia de la primera clonación de un mamífero. Hoy, pasada la novedad de la noticia nadie capta ya el sarcasmo o la reflexión sobre la clonación que el artista planteó en su momento.

En los diseños abiertos se puede reducir la entropía, o mejor aun, transformarla en entropía negativa o negentropía. Ello es posible en la medida que tienen sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente. Si toman información o recursos del ambiente, se puede evitar su muerte. La negentropía, se refiere la información que el diseño importa del ambiente para mantener su organización y sobrevivir. Desde su aparición, marcas como CocaCola o Pepsi se han adaptado progresivamente a los gustos y necesidades de cada momento. Para ello los respectivos departamentos de márketing han adoptado sistemas de control y análisis a partir de cuyas conclusiones los departamentos de diseño han ido modificando las marcas.

**Equilibrio:** En los diseños abiertos, los estados de equilibrio sistémico pueden alcanzarse por diversos caminos, esto se denomina equifinalidad y multifinalidad. La conservación del equilibrio en diseños abiertos implica necesariamente la importación de información o recursos de su ambiente.

**Equifinidad:** Se refiere al hecho que a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos se alcanza un mismo fin. Se puede alcanzar el mismo resultado, partiendo de diferentes condiciones iniciales y siguiendo distintos itinerarios en el proceso de creación del diseño. El proceso inverso se denomina multifinalidad, es decir, condiciones iniciales similares pueden llevar a diseños diferentes. En las escuelas de diseño ello es especialmente visible: Ante un mismo problema a resolver, los alumnos presentan propuestas dispares que sin embargo pueden llevar al éxito.

**Morfogénesis o Morfofostasis:** Son los procesos de intercambio con el ambiente dirigidos al desarrollo, crecimien-

to o cambio de la forma, estructura y estado del diseño. Los diseños complejos se caracterizan por su capacidad para elaborar o modificar su forma para conservarse viables. Las empresas de márketing suelen prestar especial atención a como mantener el equilibrio de los diseños. Las grandes marcas de productos suelen realizar constantes estudios de mercado sobre las preferencias y gustos del consumidor. Ello les permite adaptar los diseños progresivamente, casi sin que el usuario lo perciba. Las marcas de cola como Pepsi y CocaCola, han ido cambiando de forma progresiva con la finalidad de mantenerse viable en ambientes en cambio. Por ejemplo, la necesidad de exportación de ambos productos a países con alfabetos diferentes llevó a la necesidad de remarcar la «marca» frente al «logo», sin alejarse demasiado de su imagen tradicional.

## 7. AGRADECIMIENTOS

El Museu de la Vida Rural de la Espluga de Francolí y Susana Piñar, han concedido permiso para el uso de sus imágenes en este artículo. Cualquier otro uso requiere su autorización.

## 8. REFERENCIAS

- [1] Simbron, N. (Sin fecha). *Teoría general de los sistemas*. Monografías.com <http://www.monografias.com/trabajos5/teorsist/teorsist.shtml#apo>. Consultado el 3 de septiembre de 2004, Teosist.doc
- [2] Mandressi, R. (Sin fecha) *Glosario Caótico*. Henciclopedia. <http://www.henciclopedia.org.uy/autores/Mandressi/Atractor.htm>. Consultado el 15 de octubre de 2011.
- [3] Marcelo Arnold, Ph.D. Y Francisco Osorio, M. A. (1998). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas*. (Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales. Electronic Journal of Social Sciences Epistemology. Cinta de Moebio No.3. Abril de 1998. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. <http://www.moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm>; <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/101/10100306.pdf>. Consultado el 15 de octubre de 2011
- [4] Rincón, J. (1998). *Concepto de Sistema y Teoría General de Sistemas*. Cooperación del Personal Académico: Mecanismo para la Integración del Sistema Universitario Nacional. Universidad Simón Rodríguez. San Fernando de Apure. Venezuela. <http://members.tripod.com/~gipsea/sistema.htm> Consultado el 15 de octubre de 2011.
- [5] Averá Delgrás A. (1884). *Nuevo arte de enseñar y escribir la letra española para todas las escuelas del reino*. Imprenta de José Rodríguez. Madrid 1884. Cuarta Edición.

# DISEÑO DE UN COMPONENTE SOFTWARE PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS

**Paola A. GOMEZ BARRETO**  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia

y

**Julio BARON VELANDIA**  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Bogotá, Colombia

## RESUMEN

En la evolución de las especies, la naturaleza utiliza entre otros mecanismos la selección, el cruce y la mutación, logrando la transmisión de información genética. Los algoritmos genéticos son algoritmos de búsqueda enfocados a solucionar problemas imitando las técnicas anteriormente mencionadas para lo cual hacen uso de diversas estrategias. Este artículo describe el desarrollo de un componente software que permite el diseño y ejecución de algoritmos genéticos, proporcionando entre otras funcionalidades: la interacción con un dispositivo lógico programable para la evolución de un algoritmo genético y el uso de diversas estrategias evolutivas asociadas a los operadores genéticos. Como experimento que comprueba la validez del componente se plantea la obtención de un circuito sumador completo.

**Palabras clave:** Algoritmos genéticos, FPGA, hardware evolutivo, modelamiento UML, software, comunicación serial.

## 1. INTRODUCCION

La transmisión de información genética es un mecanismo fundamental para la evolución de las especies [1]. Para ello la naturaleza utiliza técnicas como la selección, el cruce y la mutación.

La selección es una etapa importante en el proceso evolutivo, ya que a través de ella se determina quienes son los mejores individuos, los más aptos, aquellos que sobrevivirán en posteriores generaciones. El cruce es el principal operador genético y está basado en el intercambio de información entre dos cromosomas. La mutación consiste en alterar la información que se encuentra en un determinado alelo de un cromosoma.

Los algoritmos genéticos (AG) son algoritmos de búsqueda orientados a encontrar soluciones imitando las técnicas anteriormente mencionadas [2]. Para llevarlas a cabo, los AG hacen uso de diversas estrategias que dependen tanto del tipo de información que se está manejando como del problema al que

se aplican. Como la técnica de selección depende de la aptitud de cada individuo esta debe ser evaluada previamente, a través de una función de aptitud aplicada a cada individuo.

Para la manipulación de las aptitudes, los AG hacen uso de estrategias de escalamiento con el fin de alterar la presión selectiva que puede presentarse en los procesos evolutivos y así, manipular la información asociada a que tan apto puede ser o no un determinado individuo en un momento dado de la evolución.

El hardware evolutivo (EHW, del inglés Evolvable Hardware) convergen la computación evolutiva (CE) y el diseño de hardware. Consiste en el diseño de circuitos electrónicos a través del uso de algoritmos evolucionarios (AE), tales como los algoritmos genéticos (AG) y la programación genética (PG). Los AG se utilizan para realizar la evaluación del diseño de circuitos electrónicos que cumplan ciertas especificaciones. En EHW los AG pueden ser evaluados con dispositivos lógicos programables como los FPGA (Field Programmable Gate Array) [3]. Un FPGA es un dispositivo digital de hardware reconfigurable, conformado por un conjunto de celdas lógicas, CLB (Cell Logic Blocks), que tienen funcionalidad y pueden interconectarse, permitiendo aplicar reconfiguraciones sobre las celdas que lo conforman.

El Lenguaje de Modelado Unificado (UML) es un estándar utilizado en la industria del software para el diseño de modelos, los cuales posteriormente son utilizados en la construcción de prototipos. El proceso unificado, el cual puede hacer uso de UML, es iterativo y permite obtener prototipos en cada iteración que se presente, lo anterior busca la construcción de soluciones de manera progresiva hasta obtener un resultado final.

A través de UML, es posible aterrizar los conceptos mencionados anteriormente en busca de un diseño e implementación de un software ajustable que aplique la conceptualización de los algoritmos genéticos e interactúe con componentes hardware tales como un FPGA.

Este artículo está basado en el proyecto Implementación de una Herramienta Software para el Diseño y Ejecución de

Algoritmos Genéticos en Hardware Evolutivo [4]. Presenta la descripción de un modelo orientado a objetos para el desarrollo de una aplicación dirigida a la experimentación en hardware evolutivo haciendo uso de AG, a través de un proceso unificado y se organiza como sigue: la sección II presenta la metodología utilizada para el desarrollo de la aplicación. En la sección III se muestran los aspectos relacionados al modelo, desde el punto de vista estático y dinámico a nivel macro y detallado. En la sección VI se encuentran los detalles relacionados a la implementación del software. Las consideraciones generales de hardware y comunicación son presentadas en la sección V. La sección VI presenta los resultados de los experimentos realizados. Por último la sección final presenta las conclusiones.

## 2. METODOLOGIA

La implementación del componente está basada en el proceso unificado (UP) de desarrollo y el paradigma de software orientado a objetos, con el fin de obtener: prototipos de manera iterativa, incremento de funcionalidades, aplicación progresiva y sistemática de pruebas así como la integración con el hardware mientras se mantiene un alto grado de trazabilidad entre el diseño y el desarrollo.

## 3. MODELO

STRUGA (Software Tool to Run Genetics Algorithms – Herramienta Software para la ejecución de Algoritmos Genéticos), nombre dado a este herramienta que se presenta como un componente software para el diseño y ejecución de algoritmos genéticos, dentro de sus funcionalidades está la posibilidad de interactuar con un PLD en la evolución de un AG. STRUGA proporciona una interfaz gráfica que permite la configuración del AG a través de diversas opciones.

Se obtuvo el diseño de un componente software orientado a objetos y su correspondiente implementación software. La vista estática se ilustra a través de diagramas de clases y la vista dinámica mediante de diagramas de secuencia. Los modelos son presentados mediante UML, una descripción exhaustiva y detallada está disponible en [4].

El modelo de clases diseñado para el componente software, puede ser distribuido en cuatro grandes grupos, las clases han sido asignadas de acuerdo con las funcionalidades que proporciona el componente. Los conceptos más relevantes de un algoritmo genético, como son cruce, mutación, selección y evaluación de cromosomas, fueron diseñados y asociados a un primer grupo de clases, adicionalmente surgieron conceptos como ordenamiento, creación de poblaciones y mejores individuos entre otros. Las clases propuestas como parte del primer grupo, son descritas a continuación:

La clase *Cromosoma*, ver figura 1, es la proveedora y clave de la aplicación, a través de ella “se realizan todas las operaciones evolutivas que se encuentran en la aplicación y todas las clases que se encuentran directamente relacionadas con el algoritmo genético hacen uso y manejo de esta clase” [4].

La clase *Cromosoma* contiene dos arreglos para el manejo de los alelos de los cromosomas, uno que permite manipular un cromosoma de tipo entero y combinacional y otro para manejar un cromosoma que contenga información de tipo flotante, adicionalmente permite guardar su aptitud correspondiente, a través de los constructores, se permite la inicialización del

cromosoma dependiendo de su tipo, la clase también maneja las respectivas operaciones para la obtención y establecimiento de valores.

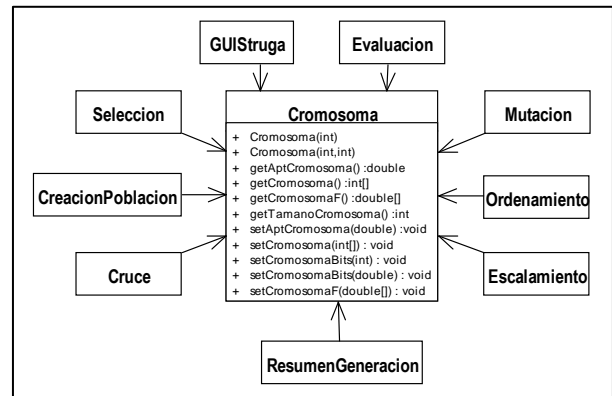


Figura 1. Clases asociadas a la clase *Cromosoma*.

La clase *Cromosoma* presenta una especificación a través de la clase *MejorCromosoma*, representando aquel cromosoma de toda la población que mejor se adaptó al problema y permite identificar cual fue la generación en la cual se encontró, ya que es permanentemente actualizada a lo largo de la evolución. Es importante determinar al final de la evolución la mejor y peor aptitud obtenida en pro de un posterior análisis, razón por la cual la clase *ResumenGeneracion* fue creada para manipular esta información.

La clase *Ordenamiento* presta diferentes servicios de ordenamiento a las demás clases que interactúan en el proceso del AG y que requieren realizar procesos de ordenamiento previo, durante o posterior al mismo. Permite realizar ordenamiento tanto ascendente como descendente para la población de cromosomas y arreglos de tipo entero, así como ordenamiento ascendente asociada a las partes fraccionarias de las aptitudes de los cromosomas.

A través de la clase *CreacionPoblacion*, es posible generar distintos tipos de cromosomas de manera aleatoria para cada alelo, estos pueden ser de tipo entero, combinacional o flotante. La población creada puede ser asociada a la población inicial según las especificaciones establecidas para el proceso evolutivo, o al uso de poblaciones que actúen como mascarar binarias aleatorias.

La clase *Escalamiento* fue diseñada para permitir la clasificación de diversas estrategias que pueden aplicarse a la población antes de ser aplicada la selección, lo anterior con el fin de alterar la presión selectiva. Dentro de las estrategias más representativas disponibles en la clase se encuentra el escalamiento exponencial dinámico [4].

La etapa de selección, importante en la ejecución de un AG, es manejada por la clase *Seleccion*, la cual proporciona diversas técnicas para su realización, tales como selección determinista de Brindle, estocástica residual, muestreo universal estocástico, por ruleta y por truncación [4] [5].

Varias estrategias de cruce fueron reunidas en la clase llamada *Cruce*. Las estrategias de esta clase se encuentran disponibles de manera independiente para ser elegidas [4] [5], entre las que se encuentran cruce por punto aleatorio, por puntos determinados y cruce por máscara aleatoria, estrategias que trabajan con cromosomas de tipo entero. De igual manera, la clase *Mutacion*, reúne varias estrategias que permiten llevar a cabo esta etapa del proceso evolutivo. Las estrategias de

mutación que brinda esta clase se encuentran disponibles de manera independiente para ser elegidas, entre las que se encuentran mutación de enteros y mutación por desplazamiento [4] [5].

La clase *Evaluacion*, fundamental en la ejecución del AG, proporciona las funcionalidades necesarias para realizar la evaluación tanto a nivel software como hardware. Dentro de las funcionalidades comunes a los dos tipos de evaluación, software y hardware, se encuentran el establecer el mejor cromosoma de cada generación y ordenar la población a través de la clase *Ordenamiento*.

Cuando la evaluación va a realizarse a nivel software, la clase permite evaluar los cromosomas haciendo uso de la función aptitud y asignar las nuevas aptitudes a los cromosomas, así como hallar el mejor cromosoma y ordenar la población. La función aptitud debe ser diseñada para cada problema particular debido a que no es parametrizable.

La evaluación hardware tiene unas características especiales que no realiza el componente software, por consiguiente son delegadas al hardware con el cual interactúa, esto implica que la comunicación con el mismo debe ser controlada y se hace a través de la clase *Puerto*.

Dentro de las operaciones disponibles para la evaluación hardware se encuentran aquellas que permiten: realizar la codificación de la información a ser enviada por el puerto, interpretar el valor generado por el hardware resultado de aplicar la función de aptitud, controlar la evaluación hardware respecto a envío y recepción de datos, para asociar los valores de aptitud recibidos a los cromosomas respectivos.

Las clases *Puerto*, *Escucha*, *ExcepcionPuerto* e *InfoFrame*, permiten la interacción del componente software con el hardware y conforman el segundo grupo. El diseño de las clases *Puerto* y *Escucha*, figura 2, están encargadas de la comunicación con el puerto a través de comunicación serial, permitiendo realizar acciones (abrir, cerrar, escribir, leer y establecer parámetros de conexión) sobre el puerto serial. La clase *Escucha* es utilizada por la clase *Puerto* para escuchar permanentemente al puerto serial mientras se encuentre abierto, detectando como está siendo utilizado; los mensajes asociados a información general o errores presentados al momento de realizar la comunicación son manejados mediante las clases *InfoFrame* y *ExcepcionPuerto*.

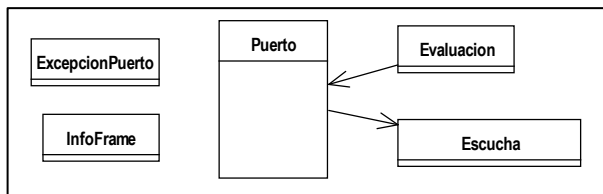


Figura 2. Clases encargadas de la comunicación con el puerto.

En el tercer grupo de clases se encuentra la clase *GUIStruga*, la cual es una interfaz de interacción con el usuario que permite configurar: las estrategias y parámetros del AG a ejecutar, las diferentes opciones para la manipulación de los archivos de respaldo y visualizar el estado de la evolución del AG en relación a la etapa en la que se encuentra y la información asociada al valor de las aptitudes específicas que se obtienen para la generación en curso. Cabe resaltar que la clase *GUIStruga* no realiza operaciones de procesamiento, está orientada a referenciar subsistemas encargados de: manipulación de parámetros y objetos necesarios en la

ejecución del AG, identificación de estrategias seleccionadas, invocación de las instancias adecuadas para su ejecución y la delegación de las funciones de almacenamiento en archivos de respaldo. Este grupo también contiene las clases *InfoDialog*, *AcercaDe*, *Reglas* y *Teoria*, utilizadas por la clase *GUIStruga* para obtener información sobre: validación de datos, presentación de información propia del componente, instrucciones para el manejo del mismo y conceptualización sobre los AG respectivamente.

El cuarto grupo, contiene las clases que manipulan y presentan los datos producto de la evolución, necesarios para posteriores análisis. Las clases *Grafica* e *Historial* permiten ver la mejor, peor y media aptitud por cada generación, de forma gráfica y tabulada respectivamente. Ambas clases hacen uso de la clase *ResumenGeneracion*, presentada anteriormente para reconstruir la información.

El componente a través de la clase *GUIStruga* hace uso de la clase *Datos*, la cual presenta la población, aptitudes y valores aleatorios generados para cada generación. A su vez la clase *Datos* usa las clases *Cromosoma*, *MejorCromosoma*, *ResumenGeneracion* y *Evaluacion* para reconstruir la información.

La clase *Archivo*, esta diseñada para conservar la información de la evolución en archivos de respaldo a medida que esta va pasando por cada generación, de manera que, si el proceso evolutivo se ejecuta para todas las generaciones o por alguna razón es interrumpido, la información de la evolución a ese punto se encontrará en el archivo de respaldo generado.

Los pasos generales del proceso evolutivo que sigue un AG implica, en primer lugar la generación de la población inicial sobre la cual se evalúa a cada uno de los individuos que la conforman, esta población inicial será modificada en cada una de las iteraciones del proceso evolutivo, realizando sobre ella operaciones de selección, cruce, mutación y evaluación.

En la interacción de la evaluación del AG por software, figura 3, previa instanciación de la clase *Evaluacion* a través de la interfaz gráfica, se invoca una operación con seis parámetros, siendo el primero la población a evaluar y correspondiente a un arreglo de tipo *Cromosoma*, el segundo y tercero de tipo *MejorCromosoma*, corresponden al mejor cromosoma hasta ese momento y al mejor cromosoma de la generación anterior respectivamente, el cuarto y quinto de tipo entero, determinan la generación actual del AG y el número de hijos generados por las diversas estrategias, como último parámetro se encuentra un tipo booleano para identificar si la función es de maximización o minimización.

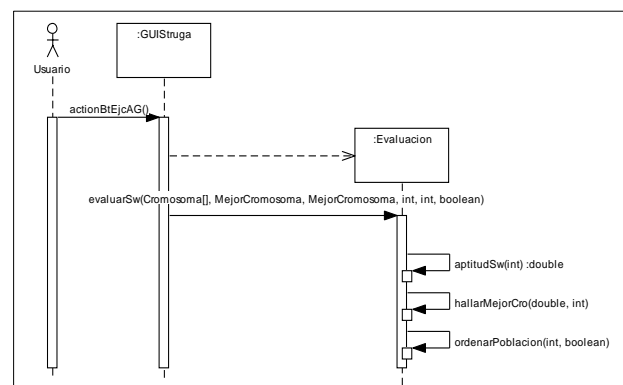


Figura 3. Diagrama de secuencia para la Evaluación por software.

La operación *evaluarSw* que se presenta en la figura 3, efectúa una serie de operaciones por auto delegación con el fin de realizar la evaluación de la población, la primera operación auto delegada se encarga de evaluar el cromosoma indicado a través del dato tipo entero entregado, a continuación otra operación halla el mejor cromosoma, esta operación recibe dos parámetros, el primero de tipo real, esta asociado a la aptitud del cromosoma y el segundo de tipo entero, indica la posición en la población del cromosoma correspondiente a esa aptitud, finalmente una última operación se encarga de ordenar la población, esta operación recibe dos parámetros, el primero de tipo entero, define el número hijos y el segundo de tipo booleano, especifica si se trata de una función de maximización o minimización.

#### 4. IMPLEMENTACION SOFTWARE

STRUGA fue implementado haciendo uso del lenguaje orientado a objetos JAVA [6][7][8], para brindar compatibilidad con componentes hardware, especialmente PLD, se utilizó la librería JAVAXCOMM [9], la cual permite manejar procesos de puerto. Para presentar gráficamente los resultados de la evolución se utilizó la librería JFreeChart [10].

#### Descripción del componente

La interfaz gráfica se encuentra distribuida en tres grandes áreas, destinadas a la elección de estrategias, ingreso de parámetros y ejecución del AG, véase figura 4.

El área estrategias, permite realizar la elección de las mismas, previa ejecución del AG. Las opciones dadas para la selección de estrategias, se encuentran directamente asociadas al tipo de cromosoma y función a trabajar.

El usuario dispone de las estrategias de escalamiento, selección, cruce y mutación mencionadas en el ítem anterior, con sus respectivas divisiones para cromosomas flotantes, combinatoriales y enteros.

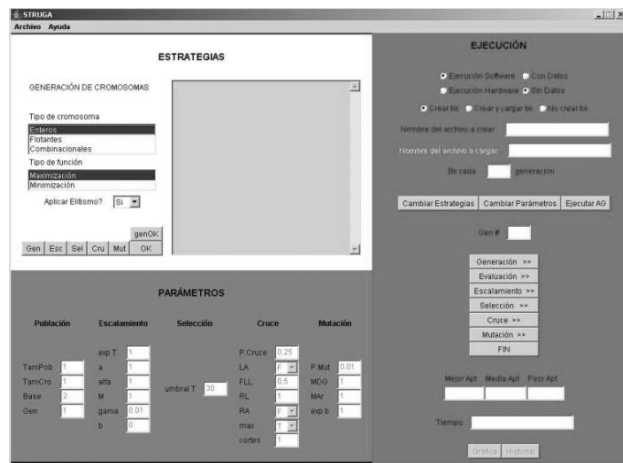


Figura 4. Interfaz Grafica STRUGA.

El área destinada al ingreso de parámetros, se habilita una vez elegidas las estrategias, presentando valores sugeridos en los parámetros que el usuario puede personalizar. Algunos parámetros pueden o no ser habilitados dependiendo si son requeridos por las estrategias seleccionadas.

El área ejecución, se activa durante la evolución permitiendo observar la etapa actual en la que se encuentra el AG, así como

la mejor y peor aptitud. Terminada la evolución, se presenta el tiempo empleado, el historial y la gráfica. En esta área también se encuentran disponibles funcionalidades para la creación y posterior carga de archivos de respaldo.

#### 5. CONSIDERACIONES DE HARDWARE

El componente hardware utilizado para la interacción con STRUGA fue la FPGA Virtex-E xcv600e, dada la familiaridad con su funcionamiento.

“La matriz de configuración de celdas está directamente relacionada con la longitud del cromosoma que se desea enviar al FPGA. Dependiendo de la cantidad de celdas requeridas para la solución de un problema, varía la cantidad de bits necesarios para la configuración de cada celda y las conexiones entre ellas” [11]. Una vez el cromosoma transmitido es descargado en el FPGA, se configura para cada celda la operación a aplicar según criterios establecidos y cómo van a estar interconectadas.

#### 6. PROTOCOLO DE COMUNICACION

El FPGA interactúa con el modulo software a través de la función de evaluación presente en el AG. Los cromosomas y estímulos asociados son descargados en el FPGA, el cual retorna una serie de respuestas con las cuales el AG evalúa la aptitud del cromosoma, este proceso se repite para cada cromosoma de la población y se realiza a través de la clase Evaluación mencionada anteriormente.

La comunicación se realiza a través del puerto serial RS-232, utilizando un flujo bidireccional con el cual es posible realizar acciones de lectura, escritura, apertura y cierre sobre el puerto controladas desde el software. Para conservar la sincronización y evitar así la pérdida de información, la velocidad en el puerto serie del PC y FPGA debe ser la misma, para el caso particular se trabajó con una velocidad de 9600 bits por segundo. Respecto a transmisión y lectura, a través de verificaciones de estados de variables se determina el re-envío de cromosomas para conservar el sincronismo y a partir de un número de intentos fallidos de lectura se termina arbitrariamente el proceso.

En el proceso de transmisión de un cromosoma hacia la FPGA, “la última posición del arreglo que se desea enviar desde el modulo software es la primera posición en considerarse en el hardware” [11]. La información a enviar, que puede ser un cromosoma o estímulo, se encuentra contenida en un arreglo, el cual es dividido en grupos de 8 posiciones, para ser convertidos en datos tipo byte y almacenados en un arreglo también byte, el cual será posteriormente transmitido dato a dato precedido por la bandera ‘01’.

#### 7. EXPERIMENTO

El experimento realizado consistió en encontrar un cromosoma capaz de diseñar un circuito sumador completo de tipo combinatorial, utilizando una matriz de celdas de tres filas por cuatro columnas, lo cual hizo necesario el manejo de cromosomas de 96 bits y estímulos de 24 bits. “Un circuito sumador completo es un sumador de dos números binarios de un bit de longitud con acarreo de entrada” [4].

Dado que un sumador completo se compone de tres bits, el número de combinaciones posibles es ocho, los cuales

conforman el conjunto de números a sumar. Para garantizar que el funcionamiento sea independiente de la secuencia, los números a sumar se envían siempre en forma aleatoria. A continuación se presenta la función de aptitud [5]:

$$A(x) = \sum_{i=0}^7 N_i (1)$$

Donde:

$A(x) \equiv$  Aptitud del individuo.

$N \equiv$  Número de sumas acertadas.

$i \equiv$  Índice de los datos que excitan al circuito.

A partir de la función aptitud del experimento, Ec. (1), es posible calcular la cantidad de respuestas acertadas en relación a los estímulos enviados, en caso de coincidir la respuesta del FPGA con la esperada, la aptitud total aumenta un punto [11].

El experimento fue ejecutado 20 veces bajo la misma configuración de estrategias y parametrización [11], con un tiempo promedio de 1h 30m, de las cuales 15 resultaron exitosas, convergiendo entre la generación 856 y la 1500. Es importante aclarar que el tiempo de ejecución depende en gran medida de las características del hardware.

La ejecución exitosa de la corrida 20 presentó convergencia en la generación 400, generando el mejor cromosoma con la siguiente codificación binaria y cuyo circuito asociado puede observarse en la figura 9:

```
{10010110101111001110100010010110010011010100110000
000011011010010100100111111000111100011110111}
```

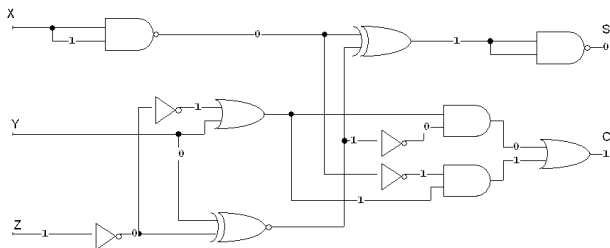


Figura 9. Circuito de un sumador completo, obtenido del cromosoma generado por la corrida 20 al momento de terminar la evolución. [11]

## 8. CONCLUSIONES

La separación en capas de la lógica y la interfaz gráfica permitió incorporar facilidades de asistencia al usuario en el diseño del algoritmo genético de tal manera que sea sencilla la selección de estrategias adecuadas en cada una de las etapas del proceso evolutivo y los parámetros según la selección realizada, reduciendo el tiempo requerido por el usuario para el aprendizaje de las funcionalidades que proporciona la herramienta.

A través de cada una de las iteraciones, fue posible ajustar el diseño y el protocolo de comunicación a las características requeridas por el componente hardware, logrando tener una mayor comprensión y dominio de la complejidad en el proceso de comunicación hardware-software para aumentar la asertividad durante la etapa de evaluación en un AG.

Si bien en la corrida 20 se obtuvo el valor de convergencia en la generación 477, el promedio de convergencia se encuentra entre la generación 856 y la 1500, por lo tanto es necesario ejecutar el AG como mínimo 1000 para reducir la posibilidad de un obtener un resultado no exitoso.

Dadas las consideraciones de flexibilidad contempladas en el diseño, STRUGA puede ser complementada con otras técnicas de inteligencia computacional tales como sistemas clasificadores y programación genética ampliando el espectro de aplicaciones al cual puede ser aplicado.

## 9. REFERENCIAS

- [1] Ch. Darwin. El origen de las especies. s.l: Planeta-De Agostini. 1992. Título original: On the origin of the species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life (1859).
- [2] D. Albert. "Evolutionary Hardware Overview". 1997. Disponible en: <http://citeseer.nj.nec.com/201089.html>.
- [3] G. Mitsuo, Ch. Runwei. Genetic Algorithms and Engineering Design. Ed. John Wiley & Sons, 1997.
- [4] P. A. Gómez. Implementación de una herramienta software para el diseño y ejecución de algoritmos genéticos en hardware evolutivo. Trabajo de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería. Ingeniería de Sistemas. 2006.
- [5] M. Gen, R. Cheng. Genetic algorithms and engineering problems. Nueva York : John Wiley, 1998, 411 p. ISBN 0-471-12741-8
- [6] H. M. Deitel, P.J. Deitel. Cómo programar en Java. 5ta Edición. Ed. Prentice Hall.
- [7] Documentación JDK, página oficial. <http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs>.
- [8] Página oficial JAVA. <http://java.sun.com>.
- [9] Pagina oficial JAVAXCOMM. <http://www.sun.com/download/products/43208d3d.xml>.
- [10] Página oficial de JFreeChart. <http://www.jfree.org>.
- [11] P. Gómez, J. Luna, A. Betancourt. "Desarrollo de una aplicación dirigida a la experimentación en hardware evolutivo". ANDESCON 2006. Quito, Ecuador. 2006. ISBN 978-9978-45-920-1.

## Videojuegos y fracciones: ¿una razón para jugar?

Alfonso OLVERA VENTURA

Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav – IPN  
Ciudad de México 07360, México

### RESUMEN

Uno de los temas que resultan más conflictivos para los estudiantes durante su educación básica es el de las fracciones. Los estudiantes suelen cometer diversos tipos de errores, no sólo en los cálculos aritméticos sino en tareas que ponen en evidencia un entendimiento inapropiado de lo que las fracciones significan. Un factor que contribuye a estas dificultades tiene que ver con su construcción multifacética, es decir, con los diversos significados que es capaz de exhibir una fracción.

El presente trabajo busca aportar una solución desde un enfoque relativamente nuevo, mediante el uso de un videojuego. *Aritban* se preparó, apoyado en teorías del aprendizaje de fracciones y de diseño de videojuegos educativos, para promover en el estudiante la acomodación de las subconstrucciones de medida y razón, que se pueden entender como la posición de un punto sobre la recta numérica y la relación recíproca entre dos magnitudes, respectivamente.

Al cabo de 4 sesiones de 50 minutos de interacción con *Aritban*, se observó un intento por diversificar las estrategias de comparación de fracciones por parte de los estudiantes, y una reflexión sobre la relación que guardan las dos cantidades involucradas en una fracción.

**Palabras Claves:** Videojuego, Juego educativo, Fracciones, Fracción como medida, Fracción como razón.

### 1. INTRODUCCIÓN

La siguiente proposición no debería resultar polémica. La percepción que los estudiantes tienen de las matemáticas es que son aburridas, difíciles e intrascendentes. Aunque esta es una idea que expresarán de casi cualquier tema cuya relación con las matemáticas les resulte evidente, el tema de las fracciones puede resultarles tan confuso que muy pronto en la formación de su pensamiento matemático adherirán a éste una etiqueta de adjetivos adversos. Y esto no ocurre sin motivo. El esquema de las fracciones es ciertamente complejo. Dependiendo de nuestras necesidades, podemos usar una fracción para representarnos la parte de un todo, un cociente, una razón, una medida o un operador, concibiendo de esta manera dos cantidades en una relación recíproca de tamaños relativos. Pero el enfoque de “partes iguales” al

que suele recurrirse en la educación institucional limita esta relación a la idea de que una cantidad es una parte de un todo, en un sentido de inclusión en el que la parte es necesariamente elemento del todo [3].

Sobre la única base que la subconstrucción parte-todo (a la cual refiere el modelo educativo predominante) puede proveer, el siguiente problema carece de sentido: “En una contienda electoral, el Partido Rojo ha recibido 250 votos y el Partido Azul ha recibido 300 votos. ¿Qué fracción de los votos del Partido Azul representan los votos que recibió el Partido Rojo?” ¡Pero los votos que recibió el Partido Rojo no forman parte de los votos que recibió el Partido Azul!

Esto es, por supuesto, muestra de una comprensión superficial, pues pierde por completo el corazón del esquema de fracciones. El que A sea  $n$  veces tan grande como B implica que B es una  $n$ ésima parte de A. Resolver esta problemática resulta fundamental pues la comprensión de las fracciones es un prerrequisito para el desarrollo de estructuras numéricas y algebraicas en los años posteriores de educación matemática [19].

Mi propuesta es que el videojuego, por su relevancia social y por las características motivacionales y educativas del ejercicio lúdico, puede ser una herramienta en esa solución. De hecho, un videojuego puede atacar directamente los puntos críticos que hacen de las matemáticas en general algo indeseado para los estudiantes, es decir, el hecho de que les parezcan aburridas, difíciles e intrascendentes. Pero antes de entrar de lleno al dominio de la lúdica y los videojuegos, discutiré brevemente las subconstrucciones de medida y razón, pues este es el punto de partida para el diseño de *Aritban*.

### 2. LA MEDIDA Y LA RAZÓN

La hipótesis de la reorganización expuesta por Steffe [17] se opone a la idea popular de que las grandes dificultades que tienen los estudiantes para comprender las fracciones se deba a que el esquema de los números enteros interfiera con la construcción del nuevo esquema. De acuerdo con Steffe el conocimiento de los números racionales emerge del conocimiento previo de los números enteros, en el sentido de que las operaciones del esquema de los enteros deben adaptarse a nuevas

situaciones en las que el esquema de los enteros no es suficiente. Es decir, la tentación de tratar a las fracciones de la misma manera que a los números enteros (que se observa en estudiantes que, por ejemplo, señalan que  $1/3$  es mayor que  $1/2$  porque 3 es mayor que 2) no es en sí misma prueba de una concepción pobre de los números racionales, sino prueba de un proceso incompleto de reorganización de la estructura cognitiva, en la que las fracciones heredan propiedades de los enteros pero sin distinguir aún entre sus distintos propósitos. Así, en tanto el esquema de los números naturales se origina en actividades de conteo y se desarrolla con generalizaciones de la secuencia numérica al enfrentar situaciones progresivamente más complejas [12], el esquema de las fracciones obedece a los propósitos de [13]: la parte de un todo (de una pizza, Costas se come 3 rebanadas de 4 iguales), un cociente (el resultado de dividir 3 entre 4), un operador (después de lavar un suéter, éste se redujo a  $3/4$  de su tamaño original), una razón (por cada 3 niños hay 4 niñas en el salón de clases) o una medida (una cantidad representable como un punto sobre la línea recta, justo a la mitad entre  $1/2$  y 1).

Un estudio hecho por Moseley [11] prueba que la exposición del estudiante a situaciones donde diversas subconstrucciones de la fracción son requeridas favorece una concepción más completa y confiable de ella. De las cuatro subconstrucciones descritas, Pantziara y Philippou [13] remarcan la importancia de estudiar las fracciones en particular como una subconstrucción de medida porque esta es necesaria para desarrollar una pericia en las operaciones aritméticas, pero además porque la comprensión de esta subconstrucción es un buen indicador del desarrollo del concepto de fracción en general, al requerir de tres capacidades distintas: realizar particiones en un número de partes mayor que 2, encontrar cualquier número de fracciones entre dos fracciones dadas, y usar un intervalo unitario dado para medir cualquier distancia desde un origen. Al mismo tiempo, el reconocimiento de equivalencias es fundamental para entender las fracciones como entidades completas, las cuales, al representarse sobre la recta numérica, exigen la atención del estudiante en dos cocientes simultáneamente y en el reconocimiento de una densidad y un orden de números racionales. Por otro lado, tras un experimento con estudiantes de nivel básico, Cortina y Zúñiga concluyen que las “comparaciones tipo razón” pueden usarse productivamente en clases introductorias a las fracciones [3], apoyándose en actividades que permiten a los estudiantes descubrir por sí mismos equivalencias sencillas. Estas comparaciones resultan significativas para los estudiantes y les invitan a razonar en términos de multiplicandos que satisfacen un cierto criterio, contribuyendo a relacionar ambas cantidades de la fracción en ambos sentidos (A es un múltiplo de B si y sólo si B es un submúltiplo de A). Estos autores concuerdan con la visión de Freudenthal, para quien el enfoque educativo de parte-todo es bastante

limitado [6], y no sólo fenomenológicamente (como he mencionado, éste constituye apenas una de las cuatro subconstrucciones) sino matemáticamente, pues bajo este enfoque sólo pueden producirse fracciones propias de manera clara. La didáctica tradicional parece olvidar que la extensión de las fracciones no se agota con romper un todo en partes. El esquema de fracciones debe permitir al estudiante reformular oraciones como “en esta habitación hay la mitad de hombres que de mujeres” en otras matemáticamente más transparentes, como “el número de hombres en esta habitación es la mitad del número de mujeres”, estableciendo una relación entre las dos cantidades, con las que podremos representarnos, en este caso, una razón.

Con estos antecedentes, procederé a describir la importancia del juego en el aprendizaje, y a discutir brevemente la importancia social del videojuego.

### 3. EL JUEGO EN EL APRENDIZAJE

Un juego consiste en un conjunto de actividades que involucran a uno o más participantes en una lucha por alcanzar uno o varios objetivos en el marco de un conjunto de reglas definidas para tiempos y espacios finitos [10]. De manera implícita o explícita, los objetivos del juego pueden resultar de cualquier combinación de los siguientes cuatro [14]: desarrollar habilidades, impulsar el pensamiento creativo, derrotar a un oponente y divertir a los participantes. Las habilidades que se desarrollan durante el juego pueden ser de naturaleza intelectual, física o social, mientras que el oponente puede ser individual o colectivo, un ser humano o una inteligencia artificial, las leyes naturales o el azar. Pero por encima de sus objetivos, lo que define al juego es su capacidad de motivar de manera intrínseca a quien participa en él [9] y de llevarlo a un estado de flujo [15], entendiendo por motivación intrínseca la cualidad de atraer sin la necesidad de recompensar mediante ascensos de estatus de ninguna especie fuera de la propia actividad (es decir, motivaciones externas). La idea del estado de flujo proviene de la Teoría de flujo de la experiencia óptima desarrollada por Mihaly Csikszentmihalyi, que describe un estado de satisfacción en el que un sujeto se desenvuelve de manera espontánea y casi automática, y en el cual desea mantenerse aún a costa de algún sacrificio.

Es interesante notar cómo, desde la perspectiva del constructivismo psicogenético y sociocultural, el juego adquiere un papel fundamental en el desarrollo cognitivo de los individuos tan pronto estos han alcanzado la etapa preoperacional, en términos de la teoría piagetiana, y correspondientemente la noción metacognitiva de significado, en términos de la teoría vigotskiana [16]. La fantasía implícita del juego permite la asimilación de nuevos esquemas a las estructuras mentales con una

necesidad mínima de acomodación a las demandas de la realidad [9]. Esto se debe a que los símbolos y signos que emergen del proceso de desarrollo cognitivo pueden representar objetos y eventos incluso si nunca antes han sido experimentados por los sentidos, y se forman de manera única y personal con el objeto de entender y explicar el mundo a partir de las experiencias. El juego se convierte entonces en un espacio donde se ensayan las posibilidades alternativas de objetos y acciones, suspendiendo el sentido literal de las reglas y relaciones objetales y sociales, y aplicándolas a contextos extraños y hasta ese momento desconocidos, a partir de los cuales estas reglas y relaciones son entonces generalizadas.

Lo anterior indica que el juego es un entorno eficiente de aprendizaje, pero no sólo eso. Algunos estudios han probado que si un individuo es motivado de manera intrínseca a adquirir alguna habilidad, es más probable que dedique tiempo y esfuerzo en ejercitarla por cuenta propia, se sienta mejor por su progreso y recurra a esta habilidad con mayor frecuencia en el futuro [8].

#### 4. EL VIDEOJUEGO EN LA SOCIEDAD

El videojuego es un medio social de relevancia cultural innegable, definible como un juego en el que el jugador interactúa con los elementos del entorno a través de una interfaz electrónica, y cuya fantasía es presentada de manera audiovisual. Su relevancia obedece a una nueva generación de jóvenes que han crecido con las tecnologías digitales tan integradas a su vida diaria, que sus necesidades de información son saciadas preferencialmente por la multiseccionalidad del hipertexto y su pensamiento estratégico es desarrollado en buena medida durante su experiencia con todo tipo de software interactivo de computadora [1].

Ya Rieber [15] apuntó que un estudiante que se interese por alguno de los aspectos del videojuego, en particular su fantasía, se interesará consecuentemente en el contenido de éste. No es raro encontrar, en este sentido, videojugadores que conocen las biografías de personajes ficticios con más detalle que las de personajes reales de la historia universal, y que dominan con cierta maestría patrones y algoritmos de todo tipo en sus juegos, mucho más complicados que los que se repasan generalmente en clase. En su análisis teórico, Rieber abre la discusión sobre la forma en que aprendemos a través de los juegos, aceptando como cierto que aprendemos cuando nos divertimos, aunque no siempre esté bien definido (ni bien recibido) lo que se aprende.

Algunos efectos positivos reportados de la inclusión de videojuegos en los programas educativos son los siguientes [7; 20]: Los juegos son una manera alternativa de enseñar que involucra a los estudiantes de manera directa con los temas de estudio. Tienen una naturaleza

experimental, lo que permite a los estudiantes construir sus conceptos matemáticos a medida que interactúan con el entorno. Asimismo hacen que los estudiantes estén más interesados en aprender matemáticas, al disfrutar de una actividad dinámica y relacionar las matemáticas con sus intereses personales.

Pero, aunque recientemente ha surgido el interés por aprovechar las cualidades de los videojuegos en el ámbito de la educación [4], la literatura que existe al respecto es limitada. Algunos trabajos han intentado medir los niveles de interés que los videojuegos pueden generar en estudiantes preadolescentes de matemáticas [7] pero hacen falta más estudios que sustenten estos resultados de manera experimental.

Con esto he tocado los principales atributos negativos que los estudiantes ven en las matemáticas. La motivación intrínseca que define al juego, la relevancia actual de la videotecnología y el hecho de que la dificultad de los videojuegos es asumida por los jugadores como un reto estimulante [9], hacen del videojuego un medio válido para acercar las matemáticas a estudiantes que de otro modo no estarían interesados en ellas.

#### 5. METODOLOGÍA

Uno de los principales retos al diseñar un videojuego educativo es el de lograr un equilibrio entre el entretenimiento que el juego ofrece y su contenido educativo [18]. Como he mencionado, puede considerarse a la motivación intrínseca como la cualidad que define al juego. Dondlinger [5] señala que, aunque no todos los investigadores están de acuerdo con la fuente central de esta motivación, es importante que la fantasía del juego esté alineada con las actividades propuestas de aprendizaje, para que el contenido educativo se encuentre en el corazón de la experiencia lúdica y el jugador recurra a ese contenido de manera constante y voluntaria. Como complemento de esto, Dickey propone [4] que un ritmo lento de juego es más propicio para la observación y la reflexión, que es un elemento indispensable para que el contenido educativo tenga un impacto sobre el jugador.

Con estas consideraciones, tomé como base el popular juego japonés Sokoban, cuyo objetivo es empujar cajas, una a la vez, hasta lugares designados dentro de un laberinto reducido en el menor número posible de pasos, y agregué la mecánica de acomodar los objetos en orden de menor a mayor. En *Aritban*, el jugador debe empujar rocas etiquetadas con fracciones hasta su solución. Cada nivel está diseñado para que el jugador descubra un modelo específico de comparación de fracciones, considerando para estos modelos el análisis que Brown y Quinn [2] hacen sobre algunos errores algebraicos comunes que tienen su origen en un mal dominio de las fracciones:

La fracción es mayor si el denominador es el mismo y el numerador es mayor.

La fracción es mayor si el denominador es menor y el numerador es el mismo.

Cualquier fracción impropia es mayor que cualquier fracción propia.

Al compararse con una cantidad mayor que ambas fracciones, es mayor la fracción más cercana a esa cantidad.

Al compararse con una cantidad menor que ambas fracciones, es menor la fracción más cercana a esa cantidad.

Entre cualesquiera dos fracciones puede proponerse una fracción intermedia que ayude a distinguirlas con claridad.

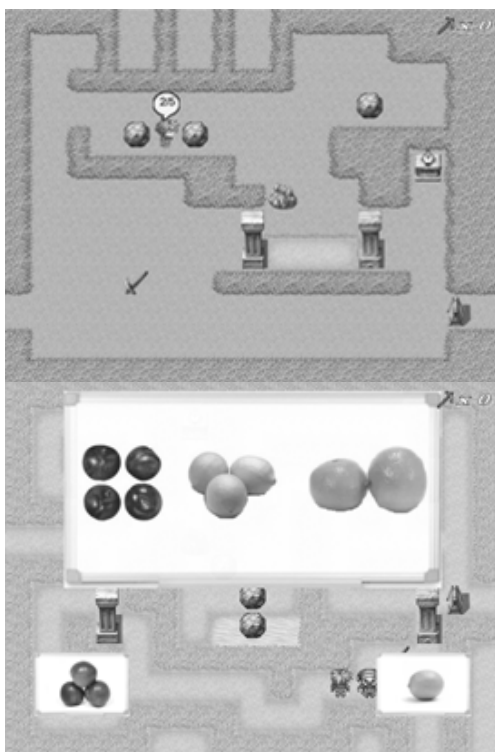


Figura 1. Arriba: El jugador debe ordenar rocas etiquetadas con fracciones. Abajo: El jugador debe comparar dos magnitudes.

Originalmente en esto consistía la totalidad de *Aritban*, pero en pruebas de la fase de desarrollo algunos jugadores mencionaron que la complejidad de algunos laberintos podría ser muy alta para estudiantes poco familiarizados con la mecánica de Sokoban. Para remediar esta situación, adapté una actividad propuesta por Cortina y Zúñiga [3], incluyendo un personaje que muestra por pares conjuntos de cosas entre las que el jugador debe decidir cuál representa una cantidad mayor, conociendo la relación que hay entre un conjunto de objetos y otro. Por ejemplo, sabiendo que tres limones pesan lo mismo que cuatro ciruelas, el jugador debe

decidir si pesan más tres ciruelas que un limón. Al elegir correctamente entre tres pares de manera consecutiva, el jugador tiene la oportunidad de eliminar un bloque de las paredes del laberinto, volviéndolo significativamente más sencillo de resolver.

Debo señalar que en ningún momento durante la interacción con *Aritban* existe algún tipo de actividad didáctica de manera explícita, como lecciones sobre fracciones o una recapitulación de lo que deba aprenderse. El jugador únicamente avanza de un nivel a otro al completar cada laberinto.

### Examen Diagnóstico

Como parte de un breve proyecto no publicado (Estrada Santos, H., Martínez Uribe, A., Olvera Ventura, A., y Villamizar Araque, F. Y., diciembre de 2011) se preparó un examen que permitiera diagnosticar problemas con las estrategias de comparación de fracciones, el cual consta de cinco ítems adaptados de un cuestionario preparado por Pantziara y Philippou [13]. La validación del videojuego *Aritban* consistió en la aplicación de este examen diagnóstico a un grupo pequeño de estudiantes de 7° grado de educación básica (1° de secundaria en México) antes y después de cuatro sesiones de juego de 50 minutos cada una realizadas a lo largo de dos semanas. No se dio asesoría de ningún tipo a los estudiantes durante el transcurso del estudio.

La Figura 2 muestra el examen diagnóstico que se aplicó de manera posterior a las sesiones con *Aritban*. Un examen muy similar fue aplicado antes de las sesiones, con valores distintos para las fracciones. Me referiré a los cinco estudiantes como Abel, Bilha, Caín, Dan y Eva.

## 6. DISCUSIÓN

Abel no tiene dificultades en los primeros cuatro ítems de las pruebas, y ya desde el pretest los contesta correctamente. En el ítem E muestra sin embargo un cambio de comportamiento muy interesante. En el pretest se auxilia de una línea recta que divide en cierto número de partes. Probablemente intentó dividir en octavos y novenos, pero el procedimiento que utilizó para dividir la recta no le permitió observar la diferencia entre cada partición y, de hecho, sus trazos sugieren que ha identificado a  $1/8$  a la izquierda de  $1/9$  en la recta. Abel parece percatarse de esta dificultad, pues en el postest, luego de intentar el mismo procedimiento sin éxito, propone un denominador común para comparar las fracciones, y cuando el mínimo común múltiplo es insuficiente, extiende aún más su concepto de equivalencia multiplicando numerador y denominador por una constante y encontrando, finalmente, que  $13/84$  es un número mayor que  $1/7$  y menor que  $1/6$ , fracciones que, a diferencia de  $1/9$  y  $1/8$  en el pretest, ha ordenado correctamente sobre la recta.

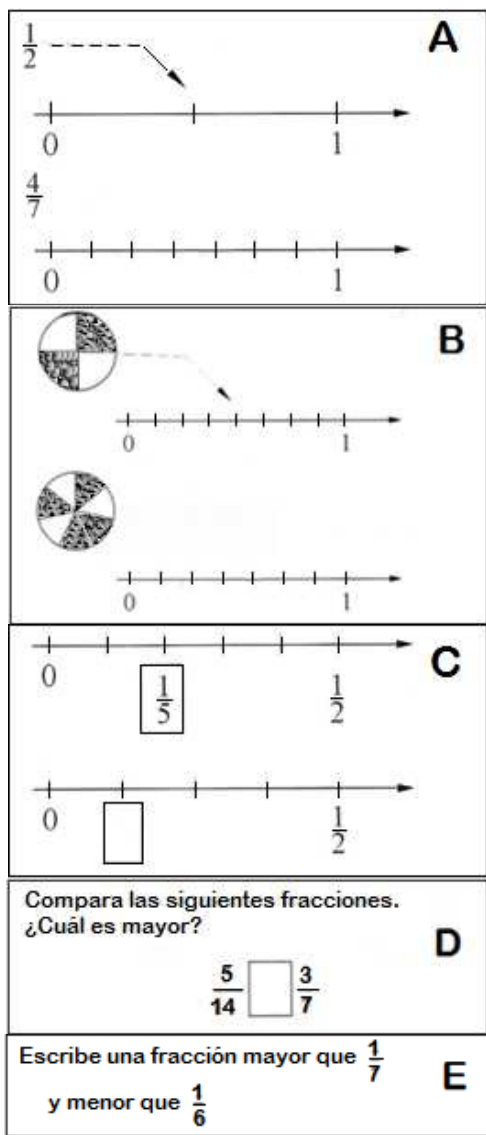


Figura 2. Examen diagnóstico.

Bilha cambia su estrategia de escribir las fracciones en su forma decimal en el ítem D del pretest (algo que hace de manera incorrecta, al dividir denominador entre numerador). En el posttest compara las fracciones usando un criterio de equivalencia, aunque éste es deficiente. De acuerdo a este criterio,  $\frac{5}{7}$  puede compararse directamente con  $\frac{3}{14}$  porque "el denominador es equivalente", y 5 es mayor que 3. Aunque ha intentado recurrir a una equivalencia de fracciones, el concepto no se ha desarrollado correctamente pues supone que dos fracciones son equivalentes si uno de los denominadores es múltiplo del otro, independientemente de los numeradores.

El único cambio perceptible en Caín se da en la respuesta del ítem C. En el pretest sólo presta atención al número

de segmentos y escribe  $\frac{1}{3}$  debajo de la marca que señala la tercera parte de  $\frac{1}{2}$ . En el posttest distingue correctamente entre  $\frac{1}{2}$  y la unidad, y escribe  $\frac{1}{8}$  bajo la marca correspondiente a la cuarta parte de  $\frac{1}{2}$ .

Con respecto a Dan, es destacable el intento de una solución por medio de la expansión decimal de las fracciones en el ítem E del posttest, aunque la aplicación de un algoritmo incorrecto de la división le impide llegar a una respuesta correcta. En lo que se refiere a la ubicación de puntos sobre la recta numérica, presenta muchos problemas que no han sido superados, en particular el conteo de una parte adicional a la correspondiente y la ubicación del cero y la unidad.

Eva no parece modificar sus estrategias pero sí se observa un pequeño cambio. En el ítem E del pretest no busca una fracción que sea simultáneamente mayor que  $\frac{1}{9}$  y menor que  $\frac{1}{8}$ , sino una fracción para cada condición. No consigue proponer una fracción que sea menor que  $\frac{1}{8}$ , sin embargo, y sólo atina a afirmar que  $\frac{2}{9}$  debe ser mayor que  $\frac{1}{9}$ . En el posttest ya logra responder a ambas condiciones, aunque por separado. Explica que  $\frac{2}{7}$  es mayor que  $\frac{1}{7}$  porque el numerador es el doble, y asimismo  $\frac{1}{12}$  es menor que  $\frac{1}{6}$  porque el denominador es el doble.

## 7. CONCLUSIONES

Los estudiantes se mostraron entusiasmados e interesados en continuar jugando una vez que las sesiones concluyeron. Al término del posttest todos mencionaron que sentían haber aprendido matemáticas y que les gustaría seguir aprendiendo de esa manera, a pesar de que intencionalmente se evitó hacer cualquier referencia al aprendizaje o a las fracciones en la presentación del juego. Y aunque en realidad no se obtuvo gran evidencia de que gracias a *Aritban* se consolidara algún concepto matemático o se desarrollaran por completo las subconstrucciones de medida y razón de las fracciones, la evidencia apunta a que, al no poder avanzar de un nivel a otro utilizando un razonamiento que consideraban suficiente, y posteriormente un método de prueba y error, la interacción con el videojuego incitó a los estudiantes a reflexionar sobre las fracciones como entidades que dependen del numerador y el denominador con la misma importancia (aunque la relación entre ellos no quede completamente clara) y a replantear sus estrategias de comparación de fracciones, atreviéndose incluso a probar algunas de esas nuevas estrategias en el posttest.

Por otro lado, todos mostraron una mejora gradual en su desempeño con el juego, lo que es realmente notable, pues no existió intervención didáctica en ningún momento. El cambio se debió al desarrollo de una habilidad para ordenar fracciones, una habilidad para resolver laberintos, al estudio voluntario de fracciones con el objeto de mejorar en el juego, o a alguna

combinación de estas proposiciones, que en ningún caso resulta poco deseable.

Es mi opinión, con base en los resultados obtenidos después de sólo 200 minutos de juego, que una interacción prolongada con este tipo de software puede reportar resultados satisfactorios, si bien sólo para motivar al jugador a la reconsideración de lo que conoce o cree conocer. De la bibliografía revisada hasta el momento no parece existir un estudio previo que utilice un videojuego educativo de estas características para trabajar con algún aspecto relacionado con las fracciones, si bien el uso de applets educativos en internet ya está bastante difundido, en especial los Java applets y las animaciones Flash. Será necesario entonces un estudio que dé mayor seguimiento a estos u otros participantes.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Andone, J. Dron, L. Pemberton y C. Boyne, "E-learning environments for digitally-minded students", *Journal of Interactive Learning Research*, 18 (1), 2007, 41-53.
- [2] G. Brown y R. Quinn, "Algebra students' difficulty with fractions: an error analysis", *The Australian Mathematics Teacher*, 62 (4), 2006, 28-40.
- [3] J. Cortina y C. Zúñiga, "Ratio-like comparisons as an alternative to equalpartitioning in supporting initial learning of fractions", *Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXX*, Vol. 2; México: Cinvestav-UMSNH, 2008, 385-392.
- [4] M. D. Dickey, "Game design narrative for learning: appropriating adventure game design narrative devices and techniques for the design of interactive learning environments", *Educational Technology Research and Development*, 54 (3), 2006, 245-263.
- [5] M. J. Dondlinger, "Educational video game design: a review of the literature", *Journal of Applied Educational Technology*, 4 (1), 2007, 21-31.
- [6] H. Freudenthal, "Didactical phenomenology of mathematical structures", Nueva York: Kluwer Academic, 1983, 133-177.
- [7] M. Kebritchi, A. Hirumi y H. Bai, "The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation", *Computers and Education*, 55, 2010, 427-443.
- [8] M. R. Lepper y D. Greene, "Undermining children's intrinsic interest with extrinsic reward: a test of the 'overjustification' hypothesis", *Journal of Personality and Social Psychology*, 28 (1), 1973, 129-137.
- [9] T. W. Malone, "Toward a theory of intrinsically motivating instruction", *Cognitive Science*, 4, 1981, 333-369.
- [10] A. Mitchell y C. Savill-Smith, "The use of computer and video games for learning: a review of the literature", Reino Unido: Learning and Skills Development Agency, 2004.
- [11] B. Moseley, "Students' early mathematical representation knowledge: the effects of emphasizing single or multiple perspectives of the rational number domain in problem solving", *Educational Studies in Mathematics*, 60 (1), 2005, 37-69.
- [12] J. Olive, "Children's number sequences: an explanation of Steffe's constructs and an extrapolation to rational numbers of arithmetic", *The Mathematics Educator*, 11 (1), 2001, 4-9.
- [13] M. Pantziara y G. Philippou, "Levels of students' 'conception' of fractions", *Educational Studies in Mathematics*, 70 (1), 2011, 61-83.
- [14] A. D. Pellegrini, "The future of play theory: a multidisciplinary inquiry into the contributions of Brian Sutton-Smith", Nueva York: State University of New York Press, 1995.
- [15] L. P. Rieber, "Seriously considering play: designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games", *Educational Technology Research & Development*, 44 (2), 1996, 43-58.
- [16] C. Sebastián y R. Rosas, "Piaget, Vigotski y Maturana: constructivismo a tres voces", Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2001.
- [17] L. P. Steffe, "A new hypothesis concerning children's fractional knowledge", *Children's fractional knowledge*; Nueva York: Springer, 2010, 1-12.
- [18] J. Torrente, A. del Blanco, E. J. Marchiori, P. Moreno-Ger y B. Fernández-Manjón, "Introducing educational games in the learning process", *Proceedings of the IEEE Educon 2010 Conference*; Madrid: IEEE Educon, 2010, 1119-1124.
- [19] J. Yusof y J. Malone, "Mathematical errors in fractions: a case of Bruneian primary 5 pupils", *Mathematics Education Research: Innovation, Networking, Opportunity*; Geelong, Australia: MERGA, 2003, 783-790.
- [20] G. Zhou, W. Brouwer, N. Nocente y B. Martin, "Enhancing conceptual learning through computer-based applets: the effectiveness and implications", *Journal of Interactive Learning Research*, 16 (1), 2005, 31-49.

## COMPLEJIDAD, INVESTIGACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA, UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA INNOVADORA EN LA FACULTAD DE PEDAGOGÍA UV CAMPUS POZA RICA

**Marcela MASTACHI PÉREZ**  
Facultad de Pedagogía Universidad Veracruzana  
Poza Rica, Veracruz C.P. 93230, México

**Irene ARCIGA SOLORIO**  
Facultad de Pedagogía Universidad Veracruzana  
Poza Rica, Veracruz C.P. 93230, México

y

**Elba María MÉNDEZ CASANOVA**  
Facultad de Pedagogía Universidad Veracruzana  
Poza Rica, Veracruz C.P. 93230, México

### RESUMEN:

El presente informe describe los resultados de la aplicación del diseño instruccional con base en la propuesta innovadora del Proyecto Aula de la Universidad Veracruzana. La intervención innovadora se llevó a cabo en la Facultad de Pedagogía Poza Rica en la asignatura de Desarrollo del Pensamiento Pedagógico durante el periodo febrero-julio 2010. La metodología utilizada es la investigación acción que contempla la aplicación del método experimental, la técnica del cuestionario y evidencias del desempeño de los estudiantes. Los resultados de la intervención innovadora evidencian que los estudiantes obtuvieron un mejor rendimiento escolar, desarrollaron habilidades analíticas complejas, se apoyaron en la investigación y las tecnologías de la información y comunicación a fin de alcanzar los objetivos de desempeño propuestos para resolver la tarea y evidenciar el logro de la unidad de competencia.

**Palabras Claves:** Competencias, Pensamiento Complejo, Investigación, Diseño Instruccional

### I. INTRODUCCIÓN

La investigación se desarrolló en la Facultad de Pedagogía de la Universidad Veracruzana en el campus Poza Rica, en la asignatura de Desarrollo del Pensamiento Pedagógico que se imparte en el periodo febrero-julio 2010 con estudiantes, en su mayoría, de segundo y cuarto semestre del programa educativo de la licenciatura en pedagogía. El grupo en que se aplicó la intervención innovadora es del turno matutino, conformado por 40 estudiantes, cuya edad oscila entre los 18 y 22 años de edad. El curso de Desarrollo del Pensamiento Pedagógico tiene un valor de 8 créditos y se imparte en 4 horas a la semana, en dos días: lunes en horario de 09:00 a 11:00 horas, y martes de 12:00 a 14:00 horas. Los objetivos del informe son describir el proceso de implementación de la propuesta innovadora denominada Proyecto Aula, y analizar los resultados obtenidos después de su implementación.

### 2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

La Universidad Veracruzana desde 1999 optó por trabajar en el paradigma centrado en el aprendizaje con el Modelo Educativo Integral y Flexible (MEIF) que promueve la formación de los estudiantes para un aprendizaje de por vida y de manera autónoma [1]. Si bien es cierto esta propuesta educativa y curricular ha ido permeando en prácticamente todos los programas educativos, también es cierto que el quehacer áulico requería de una propuesta innovadora que respondiera a los lineamientos del MEIF, es así que en el 2008 nuestra Máxima Casa de Estudios promueve el Proyecto Aula [2] para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje con base en tres ejes transformadores: pensamiento complejo (incorporando niveles de dificultad e incertidumbre en la realización de las tareas), investigación y aplicación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's) apoyados en el Diseño Instruccional con base en el Modelo de los cuatro componentes de van Merriënboer [3]. A continuación se describen las etapas de desarrollo de la intervención:

1a. fase: Capacitación en la filosofía del Proyecto Aula y en el Diseño Instruccional.

2a. fase: Elaboración del Diseño Instruccional con base en el trabajo colegiado y colaborativo conformando una comunidad de aprendizaje, y su respectiva propuesta de seguimiento y evaluación.

3a. fase Intervención innovadora con base en el Diseño Instruccional de la asignatura: Desarrollo del Pensamiento Pedagógico durante el periodo febrero-julio 2010.

4a. fase Reuniones de seguimiento con los asesores institucionales del Proyecto Aula, compilación de la información, evidencias de desempeño, aplicación del cuestionario

5a. fase Análisis de resultados y elaboración del informe.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada se basó en la investigación-acción, en la que se busca: "animar a los profesores a reflexionar sobre la

práctica educativa con el fin de aumentar tanto la calidad del aprendizaje del alumno como la calidad de la enseñanza. Se trata de un tipo de indagación basado en una reflexión unificada sobre todos los elementos que inciden en el aula.” [4]

El diseño de la investigación fue experimental [5], pues para poder conocer los cambios producidos por la implementación del Proyecto Aula con el Diseño Instruccional y su implementación en la asignatura de Desarrollo del Pensamiento Pedagógico, se tuvo un grupo experimental y otro de control, de tal manera que se pudiesen realizar comparaciones e identificar si había cambios significativos con la implementación de la propuesta innovadora.

Las técnicas que se usaron para el seguimiento de la intervención innovadora fueron: Bitácora del Profesor: relato abierto de lo sucedido en cada sesión del curso en ambos grupos; encuesta de opinión: al final del periodo se aplicó un Cuestionario de 11 preguntas sobre los distintos elementos que conforman el Proyecto Aula y su respectivo Diseño Instruccional, este cuestionario se aplicó a ambos grupos; evidencias de desempeño: se tomaron en cuenta los productos de las tareas consideradas en el Diseño Instruccional: Esquemas de las Unidades I y II así como el Ensayo final que elaboraron los alumnos a los que se les aplicó el Proyecto Aula, las evaluaciones obtenidas a través de las rúbricas elaboradas para los esquemas y el ensayo, así como las calificaciones finales de ambos grupos, con la finalidad de identificar semejanzas y diferencias entre ambos grupos (mismas que incorporan todas las técnicas y criterios de evaluación contemplados en el programa estudios oficial de Desarrollo del Pensamiento Pedagógico).

#### 4. RESULTADOS

##### **Descripción comparativa con base en la Bitácora del Profesor (en este caso, de las docentes investigadoras):**

El grupo experimental en el que se aplicó el Diseño Instruccional de Proyecto Aula, desde el inicio del curso se les presentó la propuesta de Diseño Instruccional con sus tres ejes: Pensamiento Complejo, Investigación y el Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, la Unidad de Competencia, las Tareas y sus Objetivos de Desempeño así como la propuesta de Evaluación [6]. Los alumnos entusiasmados aceptaron la propuesta de trabajo y a lo largo de todo el curso evidenciaron su compromiso, trabajo y dedicación. Como fueron tres tareas que se desarrollaron, y con base en la decisión del grupo, las dos primeras se elaboraron en los objetivos de desempeño intermedios pero para la tercera tarea, que era la elaboración del Ensayo Final, se ubicó en el objetivo de desempeño de mayor complejidad. Por lo que respecta a la Investigación, desde la primera unidad investigaron bibliográfica y electrónicamente, utilizando fuentes primarias, como los Diálogos de Platón y la Ética a Nicómaco de Aristóteles, la Didáctica Magna de Comenio, entre otras. Elaboraron periódicos murales, y el esquema de la educación en el periodo antiguo que fue evaluado con una rúbrica presentada previa al diseño. Lo mismo aplicó para la Unidad II De la Educación Cristocéntrica al Humanismo, investigaron los contenidos en distintas fuentes y elaboraron el esquema respectivo. Por último, en la Unidad III, se les pidió investigar en por lo menos 5 fuentes diferentes y que una de ellas fuera de origen primario (esto es, escrita por el pedagogo analizado), aplicaron las distintas técnicas de investigación documental (fichas bibliográficas, fichas de trabajo: textuales y de paráfrasis, entre otras), todo ello para la

redacción de la síntesis y del ensayo final. En cuanto al Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), los alumnos elaboraron sus distintos trabajos, esquemas, cuadros comparativos, síntesis y ensayos tanto en Word como en Power Point, investigando en fuentes electrónicas y comunicándose entre sí y con las docentes vía correo electrónico para aclaración de dudas, entrega de trabajos, envío de información individual y grupal. En cada Tarea se les proporcionó andamiaje [7] y asesoría permanente. Previa a cada elaboración y entrega de las Tareas se les presentó la Rúbrica [8] respectiva para que ellos tuvieran conocimiento de los elementos que iban a ser considerados para evaluación. Además, los alumnos cumplieron con todos los criterios de evaluación planteados en el programa de estudios oficial de la asignatura. Cabe destacar que en todo momento se tomaban las decisiones de manera grupal en el sentido de que, con base en los avances que el grupo demostraba, se optaba por el nivel de dificultad en que debían realizarse las tareas o proyectos. Asimismo para ellos fue muy útil la presentación previa de las rúbricas porque fueron más cuidadosos de los detalles de elaboración, lo cual se reflejó en las evaluaciones obtenidas.

El grupo de control fue en el que se desarrolló el mismo curso sin la aplicación de la propuesta innovadora y en el que se trabajó como se había venido trabajando anteriormente. Así pues, este grupo no elaboró esquemas ni ensayo final, sin embargo si cumplieron con todos los criterios de evaluación planteados en el programa de estudios oficial de la asignatura. También realizaron investigación y utilizaron las TIC's, no con los criterios y especificidad planteados en el Diseño Instruccional y por supuesto no se contemplaron objetivos de desempeño con distintos niveles de dificultad. Asimismo contaron con el apoyo y asesoría de las docentes para la realización de las actividades de aprendizaje.

##### **Resultados de la Encuesta de Opinión:**

Este apartado destaca los puntos sobresalientes del cuestionario aplicado a los alumnos tanto del Grupo Experimental como del Grupo de Control para comparar si hubo diferencias entre ambos, en específico se resaltan los ejes en los que se fundamenta el Diseño Instruccional, a saber: complejidad, investigación, uso de las TIC's.

El 65% del grupo experimental señala que los aspectos que más les llamaron la atención de la presentación del Diseño Instruccional de la propuesta innovadora fueron la nueva forma de trabajo y los criterios de evaluación. En tanto que el 50% del grupo de control manifestaron que el aspecto de la presentación del programa que más les llamó la atención fueron los criterios de evaluación.

El 59% de los alumnos del grupo experimental reconoció tener idea clara de lo que son los niveles de complejidad, lo que evidencia la necesidad de proporcionar explicaciones con mayor profundidad sobre el desarrollo del pensamiento complejo como parte de su formación profesional pues el 39% no recordaba a qué se referían estos niveles. En cuanto al grupo de control, el 96% no sabía a qué se referían los niveles de complejidad. En cuanto a las actividades de investigación el 92% de los alumnos del grupo experimental manifestaron realizar investigaciones documentales y electrónicas, en tanto que para el grupo de control el 82% señalaron que realizaron investigaciones documentales y electrónicas.

Por lo que respecta al uso de las TIC's, el 86% de los alumnos del grupo experimental contestaron que se utilizó la comunicación a través del correo electrónico y que se utilizaron presentaciones en diapositivas con laptop y Videoprojector así como la elaboración de trabajos en Power Point y Word. En tanto que los alumnos del grupo de control, sólo el 16% utilizaron el correo electrónico para comunicarse con las maestras para aclaración de dudas o enviarle trabajos, aunque sí manifestaron en un 78% haber utilizado la laptop y el Videoprojector dentro del aula.

En referencia al andamiaje proporcionado a los alumnos, los del grupo experimental señalaron en un 86% que la maestra les proporcionó recomendaciones para la elaboración de esquemas, mapas conceptuales, periódicos murales, ensayos, así como lecturas complementarias y documentos electrónicos para ampliar los temas. Por su parte, en el grupo de control, el 45% de los alumnos señalan que se les proporcionaron los apoyos mencionados. Si bien es cierto que en cuanto a asesorías individuales y grupales, la diferencia en andamiaje se refirió principalmente a las recomendaciones para elaborar las tareas y logro de los objetivos de desempeño.

La evaluación también planteó cambios en las técnicas, instrumentos y criterios de evaluación, en especial el uso de rúbricas significó la diferencia pues en el grupo experimental el 68% de los alumnos señalaron que la profesora las utilizó, en tanto que en el grupo de control no se aplicaron. En ambos grupos el 100% de los encuestados manifestó que las profesoras sí les habían dado a conocer con anterioridad los criterios de evaluación, lo que para los alumnos del grupo experimental en un 90% señalaron que les benefició en ayudarles en la manera como se debían realizar las actividades; por su parte, el 70% de los alumnos del grupo de control señalaron que conocer los criterios de evaluación los motivó a esforzarse por sacar un buen promedio.

A la pregunta expresa de marcar con una X los ejes en los que se fundamenta el Proyecto Aula, los alumnos del grupo experimental el 78% los identificaron con claridad, marcando el pensamiento complejo, la investigación y el uso de las TIC's.

Por último, en la pregunta de que si consideran que el Proyecto Aula aplicado en la asignatura de Desarrollo del Pensamiento Pedagógico es una innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el 100% de los encuestados del grupo experimental respondió que sí porque mejoraba este proceso y por la utilización de las TIC's y de la investigación.

### Resultados del análisis de las evidencias de desempeño

En este apartado se describen los resultados de la aplicación de las rúbricas a las tareas elaboradas por los alumnos del grupo experimental, para demostrar el logro de los objetivos de desempeño del Diseño Instruccional, a fin de mostrar los avances que se fueron dando a lo largo del curso:

En el primer esquema elaborado, el 35% de los alumnos tuvieron un buen desempeño en la realización de esta tarea, el 43% tuvieron un muy buen desempeño en la elaboración del esquema, y el 22% de los estudiantes tuvieron un excelente desempeño en la ejecución de esta tarea. Debe señalarse que para este primer esquema se cumplió con el objetivo de desempeño de nivel intermedio.

Para la elaboración del segundo esquema los resultados fueron: el 10% de los estudiantes tuvieron un buen desempeño en la ejecución de la tarea, el 40% ejecutaron muy bien la tarea y el 50% realizaron de manera excelente el segundo esquema; igualmente la tarea fue evaluada conforme al objetivo de desempeño de nivel intermedio. Aquí se evidencia un avance sustancial en la mejora del desempeño en la ejecución de la tarea, demostrándose una mejora significativa en más de un 25% en los resultados obtenidos.

En cuanto al Ensayo Final, la evaluación de la ejecución del desempeño se ubicó en el 3er. Nivel de dificultad (el más alto) y con base en él se elaboró y aplicó la rúbrica, obteniéndose los siguientes resultados: 15% demostraron un buen desempeño en la ejecución de la tarea, el 30% evidenciaron un muy buen desempeño en la elaboración del ensayo, y el 55% se desempeñó excelentemente en la ejecución de la tarea. Es así que a medida que los estudiantes fueron ejecutando las tareas, tuvieron mayor asertividad y demostraron una mejora sustancial en el desempeño de sus tareas y actividades.

Por último, se presenta el cuadro comparativo entre las calificaciones finales obtenidas por los alumnos del Grupo Experimental y por los alumnos del Grupo de Control:

| CALIFICACIONES | PORCENTAJE<br>Grupo<br>Experimental | PORCENTAJE<br>Grupo de<br>Control |
|----------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 10             | 72%                                 | 26%                               |
| 9              | 20%                                 | 49%                               |
| 8              | -----                               | 7%                                |
| 7              | 8%                                  | 1%                                |
| 6              | -----                               | 7%                                |
| Reprobados     | -----                               | 10%                               |
| TOTAL          | 100%                                | 100%                              |

La tabla evidencia las diferencias significativas entre ambos grupos, demostrándose que el Grupo Experimental al cual se le aplicó el Diseño Instruccional del Proyecto Aula obtuvo mejores calificaciones y evaluaciones a lo largo del curso, tanto en la acreditación como en las calificaciones pues en general el 92% obtuvieron muy buenas calificaciones, a diferencia del Grupo de Control en el que 75% de los estudiantes obtuvieron estas mismas calificaciones, lo que representa una diferencia del 17%. Así pues, los resultados de las evaluaciones con las evidencias del desempeño de las tareas y las rúbricas aplicadas en la propuesta innovadora de Proyecto Aula, sí representa una mejora del proceso enseñanza-aprendizaje y de sus resultados.

## 5. CONCLUSIONES

A continuación se describen las conclusiones valorativas de los resultados con la finalidad de que sirvan de elementos para la toma de decisiones en la mejora de la propuesta innovadora implementada, con base en los siguientes cuestionamientos:

¿Cuáles fueron los principales beneficios que aportó la intervención diseñada?

- La cuidadosa planeación que contempla el Diseño Instruccional permite un seguimiento puntual a las actividades de aprendizaje para proporcionar los apoyos y asesorías necesarias en el logro de los

objetivos de desempeño, la ejecución de las tareas y la demostración del dominio de la competencia.

- Los ejes en que se fundamenta el Proyecto Aula: pensamiento complejo, investigación y usos de las Tecnologías de la Información y Comunicación, bien trabajados e imbricados entre sí posibilitan la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje.
- El uso de las rúbricas para evaluar las tareas permite una mayor claridad, precisión y objetividad en el proceso evaluativo. Además de que el conocimiento previo de las mismas permite a los estudiantes el cuidado en la elaboración de las tareas.
- Planear los apoyos y herramientas necesarias para la ejecución de las tareas (andamiaje) posibilita una atención puntual al alumnado y coadyuva en el desarrollo de su autonomía.
- El Proyecto Aula, sus fundamentos teóricos y propuesta metodológica, sí constituye una innovación del proceso enseñanza-aprendizaje y se convierte en un factor de motivación para profesores y estudiantes a la vez que promueve la corresponsabilidad y el compromiso de ambos en el proceso de aprender a aprender.

¿Cuáles fueron las principales dificultades para la transformación de la práctica con base en los ejes para el fortalecimiento del proceso de aprendizaje?

- Las habilidades comunicativas, de investigación y de pensamiento con las que iniciaron el curso los estudiantes del grupo experimental, dificultó e hizo muy lento el avance analítico de los contenidos en las primeras sesiones del semestre, lo cual hizo que se buscaran estrategias alternas para desarrollar dichas habilidades.
- Hizo falta un breve curso-taller para el uso y manejo de la Biblioteca Digital y Bases de Datos, con lo cual las habilidades investigativas de los alumnos se hubiesen fortalecido a fin de ejecutar mejor sus tareas.

## 6. SUGERENCIAS

Después del análisis de los resultados de la aplicación de la propuesta innovadora, se recomienda lo siguiente:

- Replantear la Tarea como un problema de investigación a manera de pregunta detonadora de todas las actividades de aprendizaje a realizar durante el curso.
- Fortalecer el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación a través de la plataforma institucional, uso del chat, mensajería interna y apertura de foros de discusión virtuales.
- Impartir un curso-taller sobre el Uso y Manejo de la Biblioteca Digital de la Universidad Veracruzana a fin de promover las habilidades de investigación y

búsqueda de información en fuentes válidas y confiables.

- Cuidar la programación de actividades de aprendizaje con base en el calendario escolar, en la cual se utilicen estrategias de trabajo colaborativo y el aprendizaje basado en problemas.
- Enriquecer el proceso de evaluación del curso para que además de rúbricas, se contemplen portafolios de evidencias, escalas estimativas, entre otras, además de la coevaluación y la autoevaluación.

## 7. REFLEXIÓN FINAL

Se considera que haber trabajado un curso bajo la propuesta innovadora denominada Proyecto Aula representó un reto y un logro: un reto porque dada la formación pedagógica y el quehacer docente “funcional” de las docentes participantes en el estudio significó romper hábitos y prácticas arraigadas que aunque eficaces se habían convertido en usos y costumbres sin mayor reflexión, así pues la decisión por el cambio, el “arriesgarse” con esta innovación motivaron el fortalecimiento de la práctica docente y el compromiso para con la formación de los estudiantes; un logro porque al final del curso con las evidencias y resultados obtenidos, se reconoce que la propuesta innovadora del Proyecto Aula es un hecho que abre un abanico de posibilidades para la formación de competencias en los estudiantes de pedagogía, lo que sin duda es un doble logro: por un lado, fortalecer su propia formación como futuros pedagogos, y por el otro, aprender nuevas metodologías para enseñar a aprender a otros.

## 8. REFERENCIAS

- [1] J. Beltrán, Nuevo Modelo Educativo para la Universidad Veracruzana. Lineamientos para Nivel Licenciatura. México: Universidad Veracruzana, 1999
- [2] ACET, De la transformación a la innovación en el aula, México: Universidad Veracruzana, 2009
- [3] J. Van Merriënboer y P. Kirschner, Ten Steps to Complex Learning: a systematic approach to Four-Component Instructional Design, London: LEA, 2007.
- [4] P.F. Hernández, Bases Metodológicas de la Investigación Educativa. I. Fundamentos, España: Diego Marín Librero Editor, 2001, p. 117
- [5] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, México: McGraw-Hill, 2010
- [6] ACET, Diseño de Tareas/Proyectos de Aprendizaje. México: Universidad Veracruzana, 2010
- [7] F. Díaz-Barriga y G. Hernández, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista, México: Editorial McGraw-Hill, 2002
- [8] A. Blanco, Desarrollo y Evaluación de Competencias en Educación Superior, España: Narcea Ediciones, 2009

## **Tema: Educación y Complejidad**

### **Inclusión de Personas con Discapacidad en los Sistemas Familiares – Educativos - Laborales – Sociales**

**DEISY MOHR BÄUML**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (BRASIL)**

#### **Resumen**

Los objetivos del trabajo de pesquisa verifican la posibilidad de inclusión de Personas con Discapacidad en los Sistemas Familiares, en los Sistemas Educativos Públicos y Privados, en los Sistemas Laborales y en los Sistemas Sociales del Brasil. En la pesquisa es posible verificar la Exclusión y la Inclusión de Personas con Discapacidad en los pertinentes Sistemas. La metodología engloba concientización, orientación y procedimientos, de las necesidades especiales, con cuestiones indicadoras sobre los temas pertinentes para Personas con Discapacidad, sus familiares e equipo multidisciplinar, a través de Conferencias, Palestras, Cursos, Talleres, Dinámicas de Grupos y Pesquisas con abordaje técnico-científico, con proposición de alteración de Exclusión para Inclusión, que sean interrelacionados en la Complejidad y Educación, con apoyo de materiales de divulgación como libros, internet, redes sociales, folder's, vídeos en DVD's, CD-ROMs con contactos nacionales e internacionales de Universidades, Asociaciones, Institutos, Fundaciones, Escuelas Inclusivas y Especiales, Entidades, ONGs, instituciones que estimulan trabajos para la Inclusión de Personas con Discapacidad, que son millones de Personas, que por lo tanto, es relevante población en Brasil y Latino América. Los factores intervinientes positivos y negativos, que son relacionados y permiten minimización o maximización de los efectos de las Discapacidades en los humanos, englobando acciones inteligentes y emprendedoras o acciones ultrapasadas. La relevancia de los compromisos del gobiernos en Brasil y Latino América, en lo cumplimiento de las Leys Nacionales e internacionales para las Personas con Discapacidad Intelectual, Discapacidad Visual, Discapacidad Física e Discapacidad Auditiva, con los derechos y deberes preservados en las Políticas Públicas. Las pesquisas teóricas tienen embasamiento en los estudios de Barbosa, Bäuml, Fávero, Vygotsky e Werneck, incluidos los datos oficiales y informaciones de las organizaciones Públicas y Privadas, vinculadas a esto segmento de la población. Pesquisas prácticas se orientan por los discursos e informaciones de las Personas con Discapacidad, sus familiares y profesionales que desarrollan sus trabajos en Sistemas Especiales e Inclusivos. Las informaciones fueran divulgadas en la Media televisiva, escrita, oral e electrónica para concientización de la sociedad sobre los derechos de las Personas con Discapacidad y sus potencialidades.

**Palabras claves:** Inclusión, Exclusión, Concientización, Orientación, Sistemas.

Nombre: Profa. Dra. Deisy Mohr Bäuml.

Dirección: Travessa Ferreira do Amaral 30, apto.1203.

Código Postal: 80620-090 Curitiba-Paraná – Brasil

Teléfono y fax: 55-41-9111-4316 Fax: 55-41-3242-9127

Correo electrónico: [deisyau@terra.com.br](mailto:deisyau@terra.com.br)

Revisores: Dr. Emilio Trevisan - Dra. Carla Maffei

## 1. INTRODUCCIÓN

La inclusión o la exclusión de Personas con Discapacidad en los Sistemas Familiares, Educativos, Laborales y Sociales, son iniciados desde el "Momento de la Noticia", que puede ser antes o después del nacimiento de la Persona con Discapacidad.

Desde periodo Pre-Navidad, periodo Neonatal y Post-Navidad, es necesario la intervención humana y tecnológica, con la equipo hospitalaria multidisciplinaria y con apoyo de las madres de Personas con Discapacidad, que buscan a través del conocimientos científicos y prácticos, inclusiones familiares, educativas, laborales y sociales para sus hijos(as) con Discapacidad.

En Brasil, los atendimientos y orientaciones pueden ser realizados en Hospitales, Asociaciones, Universidades, como modelo, el Ambulatorio de Síndrome de Down en Hospital de Clínicas del Universidad Federal del Paraná-UFPR.

En continuidad, en periodo de la Infancia, con intervención humana de las familias y de la sociedad, buscando el aprendizaje en sistemas educativos inclusivos y con apoyos previstos en las Leyes Nacionales, del sistema de Educación Especial, pues las Personas con Discapacidad necesitan de Programas de estimulación temprana desde nacimiento y continuidad para su desenvolvimiento, con apoyos pedagógicos en Alfabetización y otras áreas de saberes, incluidos Programas de Salud y Educación Sexual, con herramientas tecnológicas, medio ambiente estimulador, equipo multiusuario y equipo multidisciplinario con conocimiento científico y práctico sobre las Personas con Discapacidad.

El periodo de Adolescencia es necesario continuidad, con el apoyo de familiares, en procesos educativos en aprendizaje y interrelacionado con Inclusión en Programas de Rehabilitación Laboral, en busca de actividades preparatorias para los Sistemas Laborales y Sociales y para las responsabilidades de la vida adulta.

Destacan-se en Brasil los Programas de "5 S" y de algunas leyes nacionales y multinacionales que buscan las metas de inserción de Personas con Discapacidad en los Sistemas Laborales, que necesitan preparación en Educación y Capacidad Laboral y Social, pues los sistemas pretenden la productividad, sin conocimiento sobre las diversidades humanas que están interrelacionadas también en las Personas con Discapacidad y sus discapacidades o potencialidades, como es para cualquier ser humano.

Los Sistemas Sociales, necesitan conocimiento y democratización de los derechos y deberes, con minimización de prejuicios y competencia en las Políticas Públicas para población, sean o no Personas con Discapacidad.

## 2. Inclusión en los Sistemas Familiares.

Desde "Momento de la Noticia", por la equipo hospitalaria y con apoyo de las madres de Personas con Discapacidad, es posible cambiar informaciones negativas por informaciones positivas, a través de intervención humana y tecnológica y estimulaciones, con posibilidades de potencialización de capacidades.

Los Familiares que participan activamente, durante la vida de sus hijos(as) con Discapacidad, en los Sistemas Educativos, Laborales y Sociales, modifican la calidad de vida, endulcan emulsionando la sociedad para concientización de todos los sistemas.

Según Fávero, " los derechos sociales son garantizados por la Constitución Federal de Brasil, que son los siguientes: Educación, Salud, Trabajo, Morada, Lazer, Seguridad, Previsión Social, protección a maternidad e a infancia y asistencia para los desamparados (art.7, CF), es deber del Estado garantizar el derecho a todos, mediante políticas sociales e económicas. A pesar de todos los derechos en la Legislación nacional, a inda faltan inversiones del Poder Público para que sean implementados de forma satisfactoria.[5]

## 3. Inclusión en los Sistemas Educativos

En periodo de la Infancia es necesario para las Personas con Discapacidad y sus familiares, así como para los Profesionales del Equipo Multidisciplinario, que tengan apoyos y informaciones en Educación y Salud, a través de variadas áreas de Medicina y de Psico-pedagogía, Fono audiología, Odontología, Asistencia Social, Terapias Orientacionales, Nutrición, Tecnología, con estimulaciones tempranas y continuas, con participación en Sistemas Educativos Públicos y Privados Inclusivos y Atendimento Educativo Especializado, de acuerdo con sus necesidades individuales, con los equipos y herramientas que puedan auxiliar en procesos de aprendizaje, en varias Ciencias y en cumplimiento de las Leyes Nacionales.

Las necesidades individuales, presentan diferencias significativas para cada persona, así como para cada Discapacidad.

Las Personas con Discapacidad Intelectual, necesitan de identificación precoz para permitir programas de estimulación, desenvolvimiento y refuerzos, con la intervención humana y tecnológica, Fonseca (1987) afirma "que sistemáticamente orientados puedan preservar el potencialidad de aprendizaje, así como la prevención y eliminación de condiciones que agravan su desarrollo, el maximización del potencial es variable, por tanto una plasticidad adaptativa de las estructuras y funciones del desenvolvimiento humano".

Vigotsky (1991) argumentó que, " en el proceso de desenvolvimiento, los niños comecón a utilizar las mismas formas de comportamiento en relación a si propias que los otros inicialmente utilizarán con ellas".[11]

#### 4. Inclusión en los Sistemas Laborares

Las informaciones de Barbosa (1998) Presidente en Brasil, de la Federação Nacional das APAEs, movimiento de Padres y Amigos de Personas con Discapacidad, que es reconocido mundialmente, afirman " que el actual conjetura económica, con la reducción de puestos de producción, escasez de investimentos públicos e tasas crecientes de desempleo, atingen significativa parcela de la población de Personas con Discapacidad, que es excluida en situaciones de reducción de empleos".[1]

A través del Plano Nacional de Educación Profesional , el Gobierno Federal busca invertir en acciones para adecuar el trabajador con Discapacidad o en situaciones del riesco, para las nuevas exigencias del mercado consumidor de productos y servicios, que puedan alcanzar mejores índices de empleabilidad, que puedan demostrar sus potencialidades laborales , así como competencias y concientización sobre derechos y deberes funcionales y respecto por la diversidad, con actividades laborales y equidades sociales, con abordaje basada en la Modificabilidad y Inteligencia Competitiva, para que esta población alcance también posibilidades de consumo, pues son extensas sus necesidades de productos y servicios, así como las oportunidades de empleo para los profesionales que trabajan con esta población, que alcanzan millones de personas por todo el mundo.

Las Personas con Discapacidad necesitan de apoyos y tecnología, inclusive asistidas, a través de las equipos de instituciones inclusivas públicas y privadas, para prestación de servicios y construcción de productos, con variadas funciones, pues son altas tasas de desempleo en la población excluida, donde están Personas con Discapacidad, principalmente las Personas con Discapacidad Intelectual, que presentan mínimos índices de empleabilidad, comparativamente

con otras Personas con Discapacidad Física, Auditiva y Visual.

La población mundial con Discapacidad alcanza dados mínimos de 10 a 15%, según O.M.S.(Organización Mundial de Salud), todos los países necesitan de Programas de Discapacidad y Derechos Humanos.

En Brasil tiene 15% de su población, con algún tipo de Discapacidad, por tanto 27 millones de Personas con Discapacidad, siendo que solamente 4,3% del PIB(Producto Interno Bruto) son disponibilizados para la Educación, con 17 millones de habitantes son analfabetos literais, no dominan los procesos de lectura y escritura y 30 millones de analfabetos funcionales(4 años de estudios) y es significativo que más de 2 millones de niños, en edad de 7 a 14 años en conjunto con adolescentes, son 6 millones, no frecuentan los programas en escuelas.

Programas de Gobierno Federal, defienden la ideología de "Brasil País de Todos" que incluyen derechos, deberes y accesibilidad, mas la realidad, visualizada por todo el país, demuestra que son necesarios, investimentos humanos, económicos, en conocimientos científicos y prácticos, tecnologías y abordaje realística, sin "falsos discursos ideológicos" para enfrentamientos del problemáticas, en todas las áreas que buscan " Inclusión para Todos".

#### 5. Inclusión en los Sistemas Sociales

La participación de las familias, a partir del "Momento de la Noticia" y después del nacimiento de un hijo(a) con Discapacidad y por toda la vida, son significativos los resultados positivos, a través de otras familias con una realidad similar, con informaciones prácticas sobre las necesidades, los derechos, los deberes incluidos en todas las áreas humanas, que permiten la socialización, sean en las propias familias, en ambientes educacionales, en centros de atendimientos inclusivos y especializados, en los ambientes laborales, permeando en todos los ambientes sociales, que incluyen actividades sociales, sean comunitarios o de lazer, turismo, artes, donde participan Personas, independiente de sus dificultades y o potencialidades.

El concepto de sociedad inclusiva para Werneck (2003) garante que TODA Persona tiene el derecho de contribuir con sus talentos para el bien común .Cabe para todas las personas, incluidas las Personas con Discapacidad, ver estés talentos.[13]

Inclusive, es relevante que Programas de Gobierno, sean basados en las vivencias y discursos sobre las necesidades de las Personas con Discapacidad y de sus familias, pues conocen la realidad de sus comunidades, ciudades y países.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES

Las pesquisas prácticas y teóricas demuestran que la Inclusión de Personas con Discapacidad en los Sistemas Familiares, Educativos, Laborales y Sociales, necesitan de participación activa de las propias Personas con Discapacidad y sus familiares, de los Profesionales de variadas áreas del conocimiento, de las Asociaciones, que sean compartidos con pesquisas en las Universidades, Institutos de Pesquisas y con Programas Inteligentes y Políticas Públicas.

Según Bäumel (2011) los conocimientos y prácticas familiares, educativas, laborales y sociales, con intervención humana y tecnológica posibilitan intervención con modificabilidad en la visión del mundo.[2]

Es relevante que sean basados realísticamente, con datos fidedignos y que puedan ser disponibilizados a través de la media televisiva, escrita, oral y electrónica, para democratización del saber sobre la población de la pesquisa.

Modificación del paradigma de los Modelos sobre población con Discapacidad, alteración de Modelo Tradicional, con visión de Personas con limitaciones, objeto pasivo de intervención clínica y de un receptor de equipos, no sujetos con derechos humanos y deberes.

El nuevo paradigma es incluyente con visión sobre las Personas con Discapacidad como haciendo parte de la Diversidad Humana, las Deficiencias resultan de un problema cultural y de la falta de la conciencia del Estado y de la Sociedad para las Diferencias.

## 7. REFERENCIAS

[1]Barbosa,E. Educação Profissional e Colocação no Trabalho:Brasília, Federação Nacional das APAEs, Brasília:DF, 1998.

[2]Bäumel, D.M., Software sobre Sexualidad Informática para Alfabetización de Personas con Discapacidad Intelectual - Síndrome de Down.CISCI-GCGC Jul.2011.Décima Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática.Orlando,Florida-EE.UU.

[3]BRASIL.Ministério Público Federal. Procuradoria Federal dos Direitos do Cidadão.O acesso de Pessoas com Deficiência às classes e escolas comuns da rede regular de ensino.Brasília, 2003.

[4]Chaves,Garcia M.V.Síndrome de Down, Um Problema Maravilhoso.3ed.Brasília: 2003.

[5]Fávero, E.A.G.O direito de acesso à Educação.Manual da Mídia Legal.Rio de Janeiro:RJ:WVA Editora, 2002.

[6]Fialho,Francisco A.P.Ciências da Cognição.1ed.Florianópolis.Editora Insular.2001.

[7]Glat, Rosana.Convivendo com Filhos Especiais: O Olhar Paterno.Rio de Janeiro.Ed.Viveiros de Castro, 2003.

[8]Minetto, M.F.Currículo na Educação Inclusiva: entendendo este desafio. 2.ed.rev.atual.ampl.Curitiba:IBPEX, 2008.

[9]SENAC. DN. Transversalidade e Inclusão: Desafios para o Educador: Rio de Janeiro: RJ: Editora SENAC Nacional 2003.

[10]Silva, Gildo S.da.Abrindo Janelas.Recife: COMUNIGRAF, 2001.

[11]Vygotsky, Lev Semenovich.Mind in society .Massachusetts: Harvard University Press, 1978.

[12]Werneck,C.Un amigo diferente? Rio de Janeiro:RJ:WVA Editora, 1996.

[13]\_\_\_\_\_.Sociedade Inclusiva.Quem cabe no seu TODOS? Rio de Janeiro: WVA-Ed.,1999.

[14]\_\_\_\_\_.Você é gente? O direito de nunca ser questionado sobre o seu valor humano.Rio de Janeiro:WVA-Ed.,2003.

**EDUCACIÓN, TICS, Y COMPLEJIDAD**

**Marisol VÁZQUEZ VINCENT**

**Candidata a Doctora.**

**Profesora de la Facultad de Pedagogía, Universidad Veracruzana**

**Poza Rica, Veracruz c.p 93270, México**

**Elba M. MÉNDEZ CASANOVA**

**Doctora en Comunicación, Arte, Educación.**

**Profesora de la Facultad de Pedagogía, Universidad Veracruzana**

**Poza Rica, Veracruz c.p 93248, México**

**Miriam ALEJANDRE ESPINOSA**

**Doctora en Educación.**

**Profesora de la Facultad de Pedagogía, Universidad Veracruzana**

**Poza Rica, Veracruz c.p 93248, México**

## **RESUMEN:**

El enfoque de este trabajo se plantea que educar en la vida y para la vida en las instituciones escolares significa asumir la complejidad de una sociedad dinámica y cambiante; en consecuencia, la escuela no puede quedarse al margen de las revoluciones históricas, y menos de las tecnológicas; este nuevo hito en el tiempo que se reconstruye a cada segundo invita a modificar las tendencias y maneras en que docentes y alumnos aprenden en un mundo cada vez más complejo y globalizado; programas como twitter y facebook están mediatizando nuevas formas de interacción, en las cuales no solo se comparten, fotos y videos, sino también ideologías, proyectos y sueños que cuando se entretienen a través de procesos dialécticos pueden propiciar acciones en beneficio de colectividades.

De acuerdo a lo anterior, las Tics aplicadas en un contexto áulico abren la posibilidad de transformar los datos en información significativa que puede contribuir a formar seres autónomos, capaces de solucionar problemas y desarrollar habilidades para la vida.

Sin embargo, los instrumentos tecnológicos por sí mismos no pueden transformar ni el aula, ni la educación, ni al estudiante, ni mucho menos a una colectividad; En este sentido, afirma Rabardel (en Cedillo, 2006) que un artefacto por sí mismo, no es en automático un instrumento mediador; esto significa que, sólo a través del apoyo del docente como facilitador de experiencias significativas, como enlace ente la información y el estudiante, como detonador de habilidades del pensamiento de orden superior, como organizador de comunidades de aprendizaje y sociedades del conocimiento, es fundamental. En este contexto dialógico, el trabajo reflexivo de maestros y estudiantes propiciará procesos concientizadores y dinamizadores de grandes transformaciones que permitan la construcción de nuevos entornos de aprendizaje.

## **INTRODUCCIÓN**

En la antigüedad, el sabio Heráclito expresó que nadie puede sumergirse dos veces en las mismas aguas de un mismo río, para explicar metafóricamente que en la dimensión espacio-temporal de este universo todo cambia de manera dinámica, dialéctica, continua y permanentemente; desde la más pequeña molécula de polvo hasta los seres que han llegado a enseñorearse de la naturaleza interaccionando tecnológicamente con su ambiente para sobrevivir.

En este sentido, en el proceso evolutivo los primeros homínidos encontraron que cada elemento que conformaba su medio, visible o no visible, humano o no humano podría servirles como instrumento valioso de mediación para lograr sus propósitos individuales y colectivos; de esta manera buscaron diversas estrategias para manipular, utilizar, apropiarse y otorgarle sentido y significado a estos instrumentos que le servirían como caminos para construir su mundo; así dieron pauta al nacimiento de la tecnología rudimentaria que tuvo su origen en una permanente búsqueda para satisfacer sus necesidades primarias; incluso desde que se buscó la forma de extraer el tuétano de los huesos de los animales que cazaba como una de sus primeras bases de alimentación, o conservar y utilizar el fuego sin que este representara un peligro sin control.

En este devenir, crea diversas formas de lenguaje que le ayudaron a establecer relaciones dialógicas y dialécticas con todo y todos los que le rodean. Desde este enfoque, el lenguaje y la comunicación fueron los elementos que le permitieron desarrollar su pensamiento desde formas simples hasta las más complejas, como lo son las habilidades de orden superior, es decir, el pensamiento crítico y creativo a través de la expresión de los sentidos y la ayuda mutua otros seres humanos que le llevaron a transformar su medio ambiente, y en consecuencia, a él mismo.

Realmente, sin el lenguaje (en todas sus manifestaciones) sería imposible la comunicación, y en consecuencia el

aprendizaje; pero, sin la aplicación del pensamiento crítico y creativo ¿hubiésemos podido sobrevivir?

¿Cómo podríamos haber tomado decisiones para enfrentar y resolver los problemas que a lo largo de la historia se les han presentado a hombres y mujeres? O ¿habríamos podido superar esas aberrantes etapas de oscurantismo que en cierta medida contuvieron el avance de la ciencia en siglos anteriores?

Es evidente que no; es imposible separar la criticidad y la creatividad de la naturaleza humana porque estas habilidades son el resultado inherente a procesos comunicativos y dialógicos; por lo cual, para Vigotsky (cit. en Priestley, 2009) el diálogo es el principal constructor del pensamiento que desarrolla potencialidades individuales para estructurar lo social y lo humano. En relación a esta tesis Campbell (en Bawden, 2002) expresa que el leguaje aumenta la capacidad de pensar, de crear y de participar activamente en la sociedad.

Desde esta perspectiva, sin el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, viviríamos como en la famosa caverna de Platón, atados a nuestros prejuicios, impedidos de mirar la realidad en su esencia; yaceríamos cognitivamente encadenados a pseudoconcreciones; es decir a apariencias alienantes, que ciegan, ensordecen e impiden ver con la luz de la razón, de la conciencia y de la responsabilidad ética para luchar por una sociedad verdaderamente justa y solidaria.

En este orden de ideas, destacar la importancia del pensamiento crítico en la historia implica reflexionar sobre cuál es el estado de éste en la realidad contemporánea de sociedades, como varias en el planeta, que se caracterizan por la inequidad, la injusticia social, la intolerancia, la violencia, la manipulación del ciudadano por grupos de poder que buscan la reproducción del orden político, y el papel, a veces enajenante, de algunos medios de comunicación; pero, qué ha pasado con el pensamiento crítico de los seres humanos que se mantienen como espectadores ante los estallidos de violencia y de corrupción

que parecieran no tener fin en diferentes sistemas políticos; pues no cabe la menor duda de que, en estos momentos de crisis sociopolítica, existen países que se encuentran secuestrados por la delincuencia y el crimen organizado; sin embargo, auspiciado bajo una actitud de indiferencia se ha generado un conformismo que nos impide la unidad para emprender la lucha en defensa de una vida digna de paz y seguridad.

¿Y ante todo este panorama?

¿Qué mecanismos dialógicos coadyuvarían a generar esos procesos cognitivos de orden superior para traducirlos en acciones concretas orientadas a urgentes transformaciones sociales para la construcción de una nueva democracia?

## DESARROLLO

Es indudable que en situaciones de crisis social y de incertidumbre, la misma frustración de expectativas y metas, los sentimientos de impotencia, así como, el deterioro de la calidad de vida en diferentes dimensiones como la economía y la ética, pueden ser la tenue llama que encienda cambios trascendentales; pues a partir de la organización de grupos reflexivos y creativos se gestan acciones conjuntas hacia la construcción de nuevos entornos.

Entonces, si se trata de construir una nueva sociedad a la par de un nuevo tipo de ciudadano, de fomentar una cultura democrática desde la educación formal y no formal, es decir, dentro y fuera de la escuela; específicamente desde el nivel de la colaboración, la cooperación y la interacción entre los diversos grupos que corresponda con la creación de instituciones sociales desde un nuevo orden democrático ¿Cómo lograrlo?

Owens (en Bawden, 2002) propone la alfabetización tecnológica como opción prioritaria para asegurar la supervivencia de las instituciones democráticas, asegurando que los recursos de la información son condición indispensables para la toma de decisiones desde el enfoque de la responsabilidad cívica de un ciudadano que está conciente de su realidad y actúa empáticamente para modificarla.

En relación a la afirmación de Owens, Bowen (2002) expresa que el uso significativo de la tecnología permite el desarrollo de la función comunicativa para que la comunidad pueda hacer oír su voz y se organice de manera constructiva en la solución de problemas prioritarios. En este contexto, el conocimiento adquiere un dimensión sociopolítica a través del uso conciente, racional y autorregulado de las tecnologías de la información a través de estrategias metacognitivas que facilitan ambientes de aprendizaje axiológicos y constitutivos de responsabilidades ciudadanas mediante la potenciación del pensamiento crítico y creativo, la indagación y la reflexión permanentes.

Es así como, desde el enfoque de este trabajo se plantea que educar en la vida y para la vida en las instituciones escolares significa asumir la complejidad de una sociedad dinámica y cambiante; en consecuencia, la escuela no puede quedarse al margen de las revoluciones históricas, y menos de las tecnológicas; este nuevo hito en el tiempo que se reconstruye a cada segundo invita a modificar las tendencias y maneras en que docentes y alumnos aprenden en un mundo cada vez más complejo y globalizado; programas como twitter y facebook están mediatizando nuevas formas de interacción, en las cuales no solo se comparten noticias, fotos y videos, sino también ideologías, proyectos y sueños que cuando se entretajan a través de procesos dialécticos pueden propiciar acciones en beneficio de colectividades.

De acuerdo a lo anterior, las Tics aplicadas en un contexto áulico abren la posibilidad de transformar los datos en información significativa que puede contribuir a formar seres autónomos, capaces de solucionar problemas y desarrollar habilidades para la vida.

Sin embargo, los instrumentos tecnológicos por sí mismos no pueden transformar ni el aula, ni la educación, ni al estudiante, ni mucho menos a una colectividad; En este sentido, afirma Rabardel (en Cedillo, 2006) que un artefacto por sí mismo, no es en automático un instrumento mediador; esto

significa que, sólo a través del apoyo del docente como facilitador de experiencias significativas, como enlace ente la información y el estudiante, como detonador de habilidades del pensamiento de orden superior, como organizador de comunidades de aprendizaje y sociedades del conocimiento, es fundamental. En este contexto dialógico, el trabajo reflexivo de maestros y estudiantes propiciará procesos conscientizadores y dinamizadores de grandes transformaciones

De acuerdo a Priestley (2009), ante los vertiginosos cambios del mundo actual, ya no es suficiente que los alumnos sepan leer, escribir y resolver problemas de aritmética, tienen que desarrollar habilidades para dominar un mundo de alta tecnología en el que la capacidad para resolver problemas es un requisito insustituible, de ahí la importancia de saber utilizar los recursos tecnológicos como medio para posibilitar el pensamiento crítico, que de acuerdo al mismo autor, consiste en la capacidad de procesar, pensar y aplicar la información que se recibe a través de los sentidos y por diversos medios.

Por lo tanto, para Gilster (en Bawden, 2002) la alfabetización digital tiene que ver con el dominio de las ideas no del teclado; en otras palabras, no se trata únicamente de adquirir información sino utilizarla en la vida cotidiana; este es el aprendizaje significativo, o tácito como lo llamaría Lewis (et al, 2006), que sólo puede ser construido en contextos relevantes, que despiertan interés y emoción.

Desde una perspectiva sociocultural, Gómez asegura que la Tics están cambiando la forma de comunicarnos y al mismo tiempo reconstruyen los entornos en los que constituye el lenguaje para leer, escribir, buscar información, interpretar textos y relacionarnos; por consiguiente, la escuela tiene que integrarse a la vida y participar en estos dinámicos escenarios, a fin de que la lectura y la escritura adquieran significado en este contexto histórico social del cual podemos ser protagonistas.

## CONCLUSIÓN

En definitiva, una de las metas pedagógicas más importantes es proporcionar al estudiante las herramientas necesarias para ejercer todas sus potencialidades, habilidades y capacidades haciendo contribuciones valiosas a la comunidad creyendo que el mundo puede ser diferente, y que es una tarea que nos compete a todos; esto significa que la computadora puede ser el espacio de reflexión para generar acciones conjuntas sobre problemas urgentes como la violencia, la ecología, la inseguridad, la corrupción, entre los de mayor impacto.

Ya no es tiempo de ser espectadores, es momento de consolidar una sociedad del conocimiento que no sólo sea el espacio privilegiado de especialistas y científicos, sino de una sociedad que comprometida e implicada con su entorno lucha incansablemente por un lugar propicio para aprender, disfrutar, amar y ser feliz.

Este es el tiempo, en que maestros y estudiantes requieren nuevas estrategias para responder a las demandas de un contexto que ya nos rebasó, en el que todos debemos unirnos para resolver situaciones complejas; para ello el pensamiento crítico y el aprendizaje cooperativo no deberían formar parte de modas pedagógicas obligadas por la globalización, sino ser la base de prácticas educativas conscientes, democratizadoras y humanizantes en comunidades virtuales en donde todos aprenden de todos.

Finalmente, enseñar a pensar requiere maestros motivados a salir de rutinas frustrantes, pues maestros pensantes forman alumnos pensantes; Integrar la tecnología al aula es vivir el aprendizaje, es superar los límites espacio temporales, y por supuesto, es incursionar en una aventura que trasciende los muros del aula.

## REFERENCIAS

Bawden, David (2002) Revisión de los conceptos de alfabetización informática y alfabetización digital: Universidad de London en Anales de Documentación. No. 5. Material de Apoyo al curso de Profundización: Transformando la Práctica Docente. Módulo Lilas Tecnologías de Información y Comunicación (TICS). Nuevos Paisajes Educativos. Maestría en Ciencias de la Educación. México, pp.361-408. Instituto de Estudios Universitarios.

Cedillo, Ávalos Tenoch Esaú (2006) La enseñanza de las matemáticas en la escuela secundaria. Los sistemas algebraicos computacionales en REMIE. La mirada de los especialistas autores invitados. Enero-marzo. Vol.11 No.28. Material de Apoyo al curso de Profundización: Transformando la Práctica Docente. Módulo III: Las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS). Nuevos Paisajes Educativos. Maestría en Ciencias de la Educación. México. PP. 129-153. Instituto de Estudios Universitarios.

Gómez, Espinoza Laura Macrina (2006). El desplazamiento de prácticas impresas y la apropiación de prácticas digitales, un estudio con alumnos del Bachillerato Tecnológico, aprendiendo a usar la computadora en la escuela, en Revista Brasileira Educacao. Janeiro-abril año/Vol. 11 No. 031. Asociación Nacional de Posgraduados, Sao Pablo, Brasil. Material de Apoyo al Curso de Profundización: Transformando la Práctica Docente. Módulo III: Las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS). Nuevos Paisajes Educativos. Maestría en Ciencias de la Educación. México, pp.38-79. Instituto de Estudios Universitarios.

Lewis, Mc. Anally Salas et. Al. (2006) La Integración de la tecnología educativa como alternativa para ampliar la cobertura en la Educación Superior. REMIE. Investigación

Temática, enero-marzo, Vol.11 No.28. Material de Apoyo al Curso de Profundización:

Transformando la Práctica Docente. Módulo III: Las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS). Nuevos Paisajes Educativos. Maestría en Ciencias de la Educación. México, pp.11-30.

Priestley, Maureen. (2009). “Técnicas y Estrategias del Pensamiento Crítico” México. Trillas.

# Monitoreo de Frecuencia Cardíaca a través de Dispositivos Móviles

{Jorge Alaniz, José Manuel Valencia, Cristián Castillo, Bereniz Castañeda}<sup>1</sup>, Arturo Serrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California

Blvd. de los Lagos y blvd Zertuche S/N

Fracc. Valle Dorado Ensenada, B.C. C.P. 22890

horuhe@gmail.com, jova@uabc.edu.mx, cristian.castillo2@gmail.com, bereniz@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918

Zona Playitas Ensenada, B.C. C.P. 22860

<sup>2</sup> serrano@cicese.mx

## Abstract—

This work is focused in the development of an application for mobile devices using the Android Operative System; focuses on monitoring patients with cardiac disease condition. The tool developed supports the specialist physician and patient for a better management and treatment of the disease remotely. The wireless device works with a heart rate sensor using Bluetooth technology capabilities.

**Keywords** — computer applications, medical information systems, mobile computing

## Resumen—

Este trabajo se centra en el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android, enfocado al monitoreo de pacientes con afección de patología cardíaca. La herramienta informática desarrollada apoya al médico especialista y al paciente para un manejo y tratamiento de la enfermedad en forma remota. El dispositivo móvil trabaja en conjunto con un sensor de frecuencia cardíaca con capacidades de interconexión usando la tecnología Bluetooth.

**Índices**— aplicaciones de cómputo, sistemas médicos de información, cómputo móvil

## I. INTRODUCCIÓN

La existencia de una gama de sensores avanzados que permiten la interconexión del cuerpo humano con dispositivos móviles inteligentes y que a su vez, estos mismos dispositivos se comuniquen con diferentes instancias para llevar a cabo un monitoreo a distancia por un especialista, revela un enorme potencial para las Tecnologías de la Información en el área de la salud. Durante los últimos años la población del mundo se ha incrementado exponencialmente y es seguro que seguirá en crecimiento, por lo que es

necesario contar con servicios de salud efectivos y de bajo costo.

Como dato de referencia, en los Estados Unidos cerca del 35% de las mujeres que ha padecido un ataque cardíaco tendrán un segundo ataque en el mismo año, en el caso del hombre la probabilidad es de un 20% [1]. Si se tiene esto en cuenta, el poder tener monitoreado a estos pacientes, proporciona información de calidad para los médicos, ya que pueden saber cómo se comporta la frecuencia cardíaca del paciente afuera del consultorio u hospital. Al tener acceso a estos datos, se obtiene información que permite brindar al paciente un tratamiento personalizado. La aplicación inalámbrica móvil de monitoreo de ritmo cardíaco desarrollada en este trabajo, se pretende implementar en pacientes propensos a fallas cardíacas y que ocupen estar en constante chequeo médico para observar cómo evoluciona su padecimiento.

Actualmente cuando a un paciente se le presenta algún padecimiento, este acude a la clínica y se le realizan los exámenes correspondientes, una vez obtenidos los resultados se le asigna algún tratamiento acorde a su padecimiento. Una vez que este paciente es dado de alta, deja de ser monitoreado, por lo que no es posible registrar anomalías en su padecimiento o tratamiento, prescindiendo de información no registrada que podría ayudar al especialista a proveer un tratamiento oportuno y personalizado.

Las instituciones de salud alrededor del mundo están aprovechando de las tecnologías inalámbricas como una alternativa de comunicación con sus derechohabientes. Así mismo, los estudiantes, maestros y administradores de las facultades acceden a redes inalámbricas que proveen la oportunidad de acceder a aplicaciones educativas cada vez más amigables y fáciles de desplegar en un dispositivo portátil [2].

Dentro del área de la salud, la telemedicina provee una alternativa hacia el cuidado preventivo y crónico. En el mundo industrializado, la telemedicina continuará moviendo la prestación de servicios de salud del hospital o clínica hacia el hogar [3].

El área de oportunidad de este proyecto es capturar la información del paciente que actualmente no se registra y poder alertar al especialista asignado sobre cualquier anomalía en el estado del paciente. En específico, la aplicación de este trabajo se enfoca al monitoreo de la frecuencia cardiaca del paciente para generar historiales de comportamiento cardiaco y alertas en caso de que la salud del paciente se vea comprometida para así brindar una ayuda rápida y un tratamiento personalizado.

De acuerdo a un estudio realizado por la compañía de información y medios a nivel global Nielsen en el 2011, el sistema operativo Android lleva la delantera en cuanto a Smartphones vendidos con dicho sistema operativo.

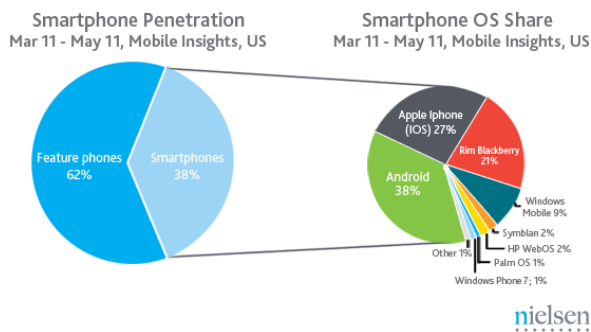


Figura. 1. Mercado de Smartphon y sistemas operativos en Estados Unidos. Fuente: Nielsen 2011.

Se prevee un crecimiento mayor, por ello es que este trabajo se basa en este sistema operativo, además que en cuanto a su arquitectura, Android es considerado como una pila de software para dispositivos móviles que incluye el propio sistema operativo, un middleware y aplicaciones. Esta plataforma de software proporciona una base para las aplicaciones como una verdadera plataforma de trabajo [9].

En la parte II de este artículo se describe el funcionamiento de la aplicación Frecuencia Cardiaca móvil, así como la metodología y desarrollo que se llevó a cabo para su realización. Más adelante en la parte III se presentan las conclusiones y propuesta de trabajo futuro relacionadas con este trabajo.

## II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO

### Metodología General

La metodología general utilizada en este trabajo es la que se muestra en el siguiente diagrama de flujo (Figura 2):

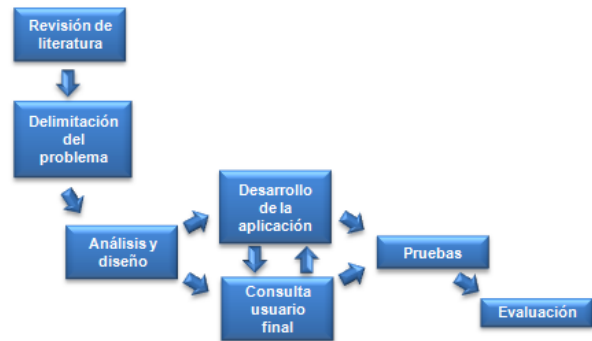


Figura. 2. Metodología general de este trabajo.

Aunque se hace un revisión de literatura inicial, se mantuvo durante todo el desarrollo. En la delimitación del problema se definen los objetivos, se calendarizan actividades y se da forma a los productos de cada etapa. Análisis y diseño es la etapa en donde se definen los escenarios y casos de uso, así como las funciones principales del software y su comportamiento esperado. En base al análisis y diseño de la aplicación se lleva a cabo la programación, desarrollan las funcionalidades e interfaces gráficas. Mientras se desarrollan las piezas de software, se busca la retroalimentación del usuario final, tanto para que el producto sea lo esperado por él, como para que él mismo se sienta parte del proyecto. Durante la evaluación, un especialista y un usuario final darán sus opiniones para saber si el producto realmente cumplió con sus expectativas.

### Metodología de desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó una Metodología Ágil, Scrum basada en iteraciones ya que es incremental (es posible liberar pequeñas versiones del software utilizando ciclos rápidos), cooperativa (el usuario final está siempre trabajando con el desarrollador), fácil de seguir (la metodología es sencilla, fácil de aprender y se encuentra bien documentada), así como adaptable (son capaces de realizar cambios de último momento) [7]. Ver figura 1.

El proyecto se desarrolló bajo el ambiente de trabajo Eclipse versión 3.6.2 incluido en el SDK de Android, el cual facilitó la etapa de pruebas en tiempo real con el dispositivo móvil, haciendo el proceso más ágil y eficiente.

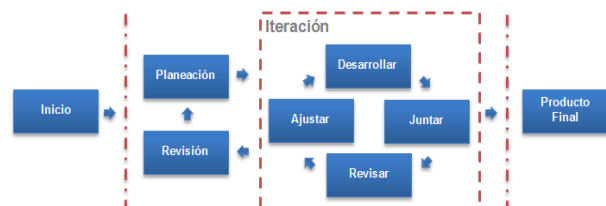


Figura. 3. Metodología Scrum [8].

El ciclo de iteraciones presentado en la metodología permitió una retroalimentación por parte del usuario, derivando en ajustes al software dando como resultado una interfaz intuitiva y transparente.

Dentro de las principales funcionalidades definidas para el prototipo inicial de este proyecto, se encuentran: realizar conexión con el sensor en el cinturón Zephyr, capturar la información enviada por el sensor, mostrar la información capturada en pantalla de forma visual, permitirle al usuario capturar su información personal así como la del especialista, enviar la información capturada al médico especialista y borrar los datos capturados cuando así lo requiera el paciente.

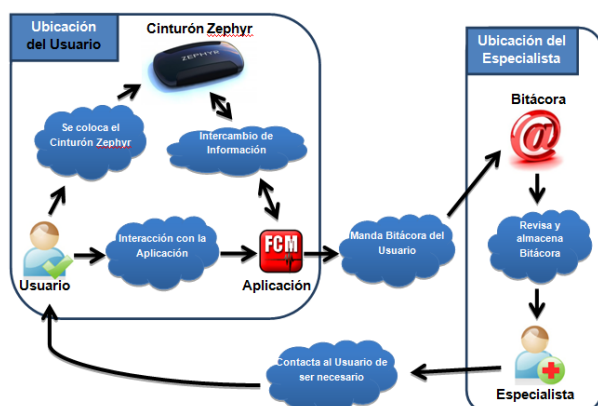


Figura 4. Escenario general de la aplicación.

En lo que respecta al sensor que la aplicación utilizó, primero fue necesario definir ciertas características que cumplieran con los requerimientos del trabajo, a saber: capacidad de monitorear frecuencia cardiaca, inalámbrico, moderado consumo de energía, ergonómico, pequeño, compatibilidad con el sistema operativo Android, disponibilidad, documentación y precio accesible. Los que cumplieron con esos requisitos fueron: Zephyr Bioharness BT [4], Zephyr HxM BT [4], Kyto HRM 2805 [10] y Polar WearLink+ Bluetooth [11].

Finalmente se decidió utilizar un sensor Zephyr HxM BT [4] capaz de enviar la frecuencia cardiaca del paciente al dispositivo móvil seleccionado haciendo uso de la tecnología Bluetooth. Dicho sensor trabaja sobre la BAN (Body Area Network, por sus siglas en inglés) [5] del paciente para la captura de los datos. Estos datos son recibidos por un dispositivo móvil con Sistema Operativo Android 2.0 o alguna versión más nueva. Esta limitante se debe a que el Kit de Desarrollo de Android solo permite el desarrollo de aplicaciones con Bluetooth bajo la versión 2.0 o mayor. La herramienta desarrollada es capaz de llevar a cabo un monitoreo de la frecuencia cardiaca del paciente, guarda una bitácora de su comportamiento, así mismo genera alertas en caso de ser necesario. El paciente podrá enviar la bitácora al personal especializado para que éste pueda llevar a cabo un análisis de la información.

Dicha información se enviará por medio de correo electrónico y contendrá información general sobre el paciente, los datos registrados por el sensor y una liga hacia una gráfica generada a partir de los datos recolectados. La herramienta móvil se implementará en individuos de diferentes edades y género para observar que la solución desarrollada proporciona información que permita a especialistas dar un seguimiento y un mejor tratamiento a pacientes con potenciales problemas cardiacos. Cuando se cuenta con información de calidad sobre un paciente, ayuda a prevenir posibles padecimientos y puede mantenerlos fuera del hospital logrando con esto reducción de costos [6].

La aplicación cuenta con dos pantallas: la pantalla principal (Ver figura 5) y la pantalla de ajustes (Ver figura 6).

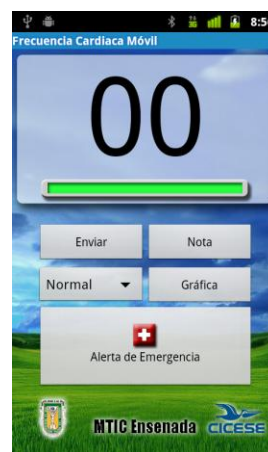


Figura 5. Pantalla Principal de la aplicación.

En la parte superior de la pantalla principal se despliega la frecuencia cardiaca del paciente, así como una barra indicadora que muestra al usuario si se presenta alguna anomalía en sus intervalos de frecuencia; para ello se utilizan los colores verde (normal), amarillo (precaución) y rojo (crítico) dependiendo de la frecuencia cardiaca.

Posteriormente se muestran cinco botones: Enviar, Nota, Normal, Grafica y Alerta de Emergencia.

- Botón Enviar:** Permite al paciente enviar los datos capturados en la aplicación, al especialista mediante correo electrónico.
- Botón Nota:** Permite al usuario introducir alguna nota para reportar alguna anomalía relacionada con su padecimiento.
- Botón Normal:** El usuario puede seleccionar una de las tres modalidades que describen su estado de actividad actual: normal, dormido o deporte. Estas al ser seleccionadas causan variaciones en los rangos del indicador.

- d) *Botón Gráfica:* Despliega una gráfica sobre el comportamiento de la frecuencia cardiaca del paciente.
- e) *Botón Alerta de Emergencia:* La aplicación realiza una llamada al teléfono de emergencia establecido por el usuario en la pantalla de ajustes.

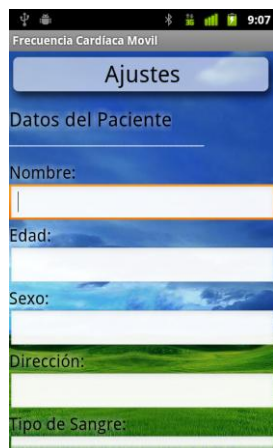


Figura 6. Pantalla de Ajustes de la aplicación.

En la pantalla de ajustes el usuario puede introducir los datos del paciente: Nombre, Edad, Sexo, Dirección, Tipo de Sangre, Teléfono de Emergencia y un campo Extra para guardar datos importantes sobre el paciente tales como medicamentos que actualmente se le encuentran asignados. Esta pantalla cuenta también con campos para introducir datos del especialista médico: Nombre, Teléfono y un Correo Electrónico al que se le enviarán los datos del paciente capturados por la aplicación.

### III. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con el propósito de recopilar información sobre el uso de dispositivos móviles y manejo de información de pacientes con problemas cardiacos se aplicó una encuesta a 13 doctores. El perfil de ellos fue: edad entre 31 y 53 años; entre 4 y 30 años de ejercicio profesional; lugar de trabajo en instituciones públicas y privadas; lugar de residencia: Ensenada, B.C. México.

Entre los resultados que se obtuvieron resaltan que todos usan un dispositivo móvil, el 33% revisa su correo electrónico con su dispositivo móvil mientras que el resto en computadora de escritorio (43% en su casa y 24% en su trabajo); aunque han utilizado un sistema de monitoreo de ritmo cardiaco (23%, Holter), el 77% no lo ha experimentado con un monitoreo de 24 horas continuas.

Precisamente de este último resultado, ese 23% de médicos que han utilizado un sistemas de monitoreo de ritmo cardiaco, nos brindaron comentarios muy valiosos como son: “Es útil pero no en tiempo real”, “Aún no son muy confiables”, “excelentes para el diagnóstico”,

“muy útil de seguridad y apoyo al médico para valorar adecuadamente a su paciente” y “el paciente se siente más seguro y confiado”.

La aplicación FCM entregó como resultado, la información capturada en forma de gráficas, para que la lectura de los datos fuera más legible. Las gráficas presentadas tienen en el eje Y, el ritmo cardiaco registrado por la aplicación FCM mientras que en el eje X se encuentra el número de pulso. Es importante destacar que cada una de las gráficas representan un número máximo de 450 datos y no un lapso de tiempo, por lo tanto el número de gráficas es directamente proporcional al número de datos registrados por el sensor de monitoreo.

Fueron dos participantes los que se ofrecieron voluntariamente para la realización del experimento. A continuación se muestran los datos en forma de gráfica de uno de ellos.

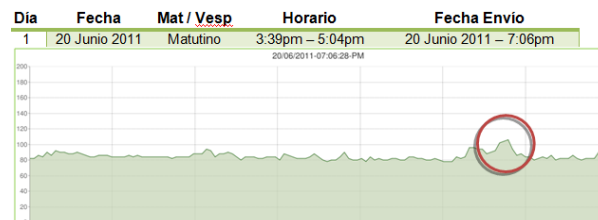


Figura 7. Ejemplo de la gráfica de monitoreo de un paciente.

La aplicación de Frecuencia Cardíaca Móvil se presenta como una primera línea de ayuda para pacientes con patología cardiaca y ayuda a que el especialista médico cuente con mayor información para así brindar un tratamiento y un seguimiento de su paciente de una forma personalizada.

Es importante resaltar que una aplicación médica de esta índole, debe ser diseñada de tal forma que presenta una interfaz amigable con el usuario y que la interacción con la aplicación sea lo más transparente posible; teniendo esto en cuenta, la adopción del paciente a este tipo de aplicaciones médicas será positiva.

A manera de conclusión, la aplicación desarrollada ayudó al paciente a sentirse más seguro, ya que podía ver su ritmo cardiaco inmediatamente y en forma gráfica. Para el médico, esta aplicación resultó una herramienta muy útil para conocer la situación del paciente y así llevar un mejor diagnóstico de su paciente, siendo una atención personalizada.

Como trabajo futuro, se pretende convertir a la aplicación en una plataforma de monitoreo de signos vitales, la cual contendrá diversos módulos de monitoreo; así el especialista médico contará con información vital para poder darle un tratamiento y un diagnóstico personalizado a cada paciente.

#### IV. AGRADECIMIENTOS

Se reconoce a CONACYT por el subsidio otorgado a los estudiantes Jorge Alaníz Sida, Cristián Castillo Olea y Bereniz A. Castañeda Talavera para la realización de los estudios de posgrado en la Maestría en Tecnologías de la Información (MTIC) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), así como al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) por el apoyo para la realización del trabajo.

#### V. REFERENCIAS

- [1] Ford, O. (2009). Heart attack patients get Guardian Angel with implantable device. *Medical Device Daily*, 13(181), p.1.
- [2] Drew & Wilfred, B. (2003). Wireless Networks: *New Meaning to Ubiquitous Computing*. *Journal of Academic Librarianship*, 29(2), pp.102-106.
- [3] Heinzlmann, P., Lugn, N. & Kvedar, J. (2005). Telemedicine in the future. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 11(8), pp.384-390.
- [4] Zephyr (2010). Zephyr HxM BT Brochure. *Zephyr*.
- [5] Chan, V., Ray, P. & Parameswaran, N. (2008). Mobile e-health monitoring: an agent-based approach. *IET Communications*, 2(2), pp.223-230.
- [6] Raible, E. (2009). Despite limitations, techniques for monitoring patients with HF are improving. *Cardiology Today*, 12(11), pp.1-2.
- [7] Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J. & Warsta, J. (2002). Agile software development methods: Review and analysis. *VTT Publications*, 478, pp.98.
- [8] Serena (2007). An introduction to agile software development. *Serena*. p.8.
- [9] Speckmann, B. (2008). The Android mobile platform. *Eastern Michigan University Department of Computer Science*, 11.
- [10] Kyto Electronic (2011). Bluetooth heart rate belt HRM-2805. *Kyto Electronic*.
- [11] Polar (2009). Polar WearLink+ transmitter Bluetooth. *Polar*.

## Interacción de especialistas en pediatría bajo el modelo de Entorno Colaborativo Móvil

{Cristián Castillo, José Valencia, Jorge Alaniz, Bereniz Castañeda}<sup>1</sup>, Arturo Serrano<sup>2</sup>, Ricardo Osorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales  
cristian.castillo2@gmail.com, jova@uabc.edu.mx, bereniz@gmail.com, horuhe@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada  
<sup>2</sup> serrano@cicese.mx

### Abstract—

This work focuses on the implementation of a collaborative environment designed to contribute with the interaction of pediatricians through mobile devices. Among with the project's development, educational innovations with the 3G-mobile devices are considered. Interaction models were tested both in the health sector and in the educational context. This application supports collaboration (through the exchange of information and deployment of mobile applications) and decision making in cases involving chronic diseases.

**Keywords — computer application, medical information systems, mobile computing**

### Resumen—

Este trabajo se enfoca en la aplicación de un entorno colaborativo diseñado para contribuir a la interacción de médicos especialistas en pediatría mediante dispositivos móviles. En el desarrollo del presente artículo se consideran los avances tecnológicos de los dispositivos móviles de tercera generación (3G) en la educación. Se utilizan modelos de interacción probados tanto en el sector salud como en el contexto educativo. Con esta aplicación se apoya la colaboración, mediante el intercambio de información y despliegue de aplicaciones móviles, y facilita la toma de decisiones a los pediatras en casos relativos a enfermedades crónicas.

**Índices— Aplicaciones de cómputo, sistemas médicos de información, cómputo móvil.**

## I. Introducción

En la actualidad la educación a distancia es apoyada por las tecnologías de información, en este contexto un elemento importante es el aprendizaje colaborativo, en el cual los dispositivos móviles (computadoras portátiles, teléfonos inteligentes y otros dispositivos convergentes) según Sharples, M., Taylor T., Vavoula, G. y otros autores (2005)[1],[2],[3] constituyen una herramienta pedagógica que permite la interacción de individuos en forma individual o colectiva. Por lo que respecta al área de la salud, los médicos interactúan

entre sí para realizar diagnósticos, estar en comunicación y conocer el historial de los pacientes [4]. Este trabajo se enfoca en aplicar la tecnología móvil en conjunto con los aspectos de apoyo al aprendizaje (m-learning) [5], [6] para conocer la colaboración e intercambio de información que contribuya a la definición y despliegue de aplicaciones móviles en el entorno de la salud.

En la segunda de este artículo se describe la adaptación del Entorno Colaborativo Móvil (en adelante ECM) basada en las necesidades de los especialistas. En la parte tercera se presenta el ECM para médicos, en la cuarta parte se muestra la implementación de la aplicación en un grupo piloto. Finalmente, en la parte IV se presentan las conclusiones en relación al proyecto.

## II. Adaptación del Entorno Colaborativo Móvil para médicos en dispositivos móviles

Con el fin de estructurar una aplicación que facilite la colaboración y comunicación entre médicos (Ver figura 1), se investigaron algunos, finalmente se optó por utilizar el Entorno Colaborativo Móvil (Kantel, Tovar & Serrano, 2010) [7], mismo que fue probado anteriormente para el área de la educación. Esta aproximación resultó viable para su adaptación al sector salud, lo que proporcionó un acercamiento para obtener experiencia de interacciones de estudiantes accediendo a los diferentes recursos proporcionados por el ECM

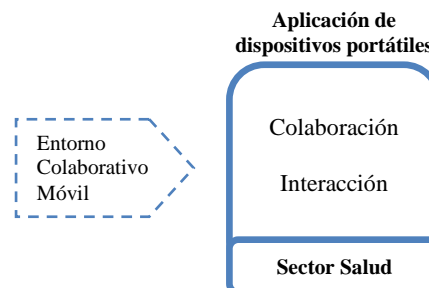


Figura 1. Propuesta del ECM para Médicos

Koole [8] define el modelo FRAME como un primer modelo teórico amplio para describir el aprendizaje móvil como un proceso resultante de la convergencia de tecnologías móviles, la capacidad de aprendizaje humano y la interacción social. El aprendizaje móvil es un modo de aprendizaje en el que los alumnos pueden participar e interactuar entre sí aunque separados físicamente y temporalmente. El modelo FRAME es representado por un diagrama de Venn donde los tres aspectos antes mencionados se interceptan:

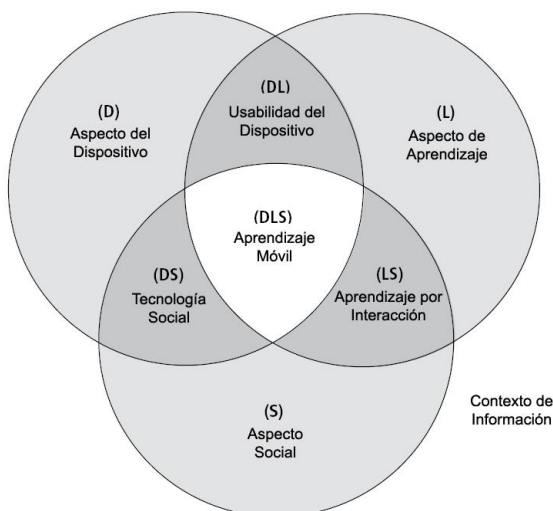


Figura 2. Modelo FRAME. Fuente: Koole [7]

Los tres círculos representan: los aspectos del Dispositivo (D), del Estudiante (L) y del Social (S). El aspecto de usabilidad de dispositivo describe características únicas a las tecnologías móviles en red; el aspecto de alumno describe características de alumnos individuales; y el aspecto social describe los mecanismos de interacción entre los individuos. Las intersecciones en donde dos círculos se superponen contienen atributos que pertenecen a ambos aspectos. Con la evaluación de las áreas del modelo FRAME en una situación de aprendizaje móvil, se puede usar el modelo para el diseño de experiencias de *M-Learning* más efectivas.

De acuerdo a Koole las ventajas principales de aprendizaje móvil incluyen un mayor acceso a información oportuna, redujo la carga cognitiva durante las tareas de aprendizaje y aumentar la interacción con otras personas y sistemas. Se puede argumentar que los dispositivos móviles en la red pueden ayudar a dar forma a una experiencia de aprendizaje culturalmente sensible que puede ofrecer y, posiblemente, más poderosos medios de codificación, recordar y transferir.

La aplicación de las TICs en el sector salud ha cobrado auge recientemente en la e-salud (*e-health* por su término en inglés), este término denota un área para la utilización de la comunicación vía Internet para transmitir, almacenar y adquirir información digital con

finés educativos, clínicos y administrativos. En el contexto de e-health, se estimula la renovación de programas gubernamentales, sociales y educativos para aumentar su eficiencia, o para responder a las necesidades y problemas particulares de una región o país [9].

E-salud es el uso de la tecnología de Internet y de la comunicación electrónica para soportar la entrega y administración de servicios de atención de la salud. Los usuarios de Internet representan una gran población que buscan información, y muchas están buscando información relacionados. Aproximadamente de 60 millones de adultos solicitaron información relacionada con la salud en 2000 [10].

El ECM de este trabajo, se adaptó a las necesidades de los Médicos del Hospital Militar de Ensenada (mismos con los que se realizó la implementación), dichas necesidades se determinaron mediante una entrevista en la que cada médico aportó sus comentarios, al final se determinó que una aplicación móvil les permitiría mantener una comunicación más fluida entre ellos.

### III. Implementación del Entorno Colaborativo Móvil para médicos

Para el desarrollo del diseño del Entorno Colaborativo Móvil se basa en el modelo FRAME [8]. En este modelo convergen las tecnologías móviles, las capacidades del aprendizaje humano y los aspectos de la interacción social, los cuales son los elementos que fundamentan el diseño del ECM (ver Figura 3). A continuación se muestra la metodología que se llevó a cabo para la realización del presente trabajo:



Figura 3. Diseño del ECM

El análisis, se refiere a la investigación del arte sobre aplicaciones móviles en el área de la salud. La fase de adaptación se divide en la selección del entorno colaborativo móvil y la determinación de los cambios para el entorno colaborativo móvil. La implementación significa la implementación del entorno colaborativo móvil para médicos en el Hospital Militar específicamente en Ensenada, B.C. México. En la etapa de pruebas se considera la medición y evaluación del desempeño del Entorno Colaborativo Móvil para Médicos (mediante entrevistas), así como las respectivas pruebas de funcionalidad. Finalmente se recolectan y analizan los resultados obtenidos.

Una vez elegido el Entorno Colaborativo Móvil y de conocer las necesidades de los médicos, se procedió a

su implementación. La siguiente figura muestra la pantalla principal del sistema.



Figura 4. Pantalla de inicio del Entorno Colaborativo Móvil para Médicos

El entorno se compone de los siguientes módulos:

- a. *Avisos*. Muestra información que los usuarios escriben respecto al paciente que están tratando.
- b. *Repositorio*. Contiene imágenes de estudios que se le realizan a los pacientes que se están tratando (radiografías, DLCO, espirometría etc.)
- c. *Chat*. Permite que varias personas interactúen de manera remota en tiempo real, expresando sus ideas por medio de texto o imágenes. Permitirá a los médicos generar acuerdos inmediatos o establecer comentarios o sugerencias que puedan ser abordados en ese momento.
- d. *Convergencia*. Consiste en un wiki donde se documentan de forma conjunta las ideas de cada médico, con base en la colaboración del grupo de trabajo.
- e. *Contacto*. Contiene información general de los médicos participantes en el proyecto.
- f. *Ayuda*. Proporciona una descripción de los elementos que conforman el Entorno Colaborativo Móvil para Médicos.

La aplicación fue validada por un grupo piloto constituido por tres médicos especialistas en pediatría. Los médicos trabajaron con dos casos, el primero muestra la radiografía impresión diagnóstica: Cardiopatía por transposición de los grandes vasos del paciente AJG.



Figura 5. Radiografía Impresión Diagnóstica

El segundo caso en el que se realizaron las pruebas fue con el paciente JDC, presentando un cuadro con Dermatitis Seborreica (Ver figura 4).



Figura 6. Dermatitis Seborreica

La etapa de implementación y pruebas tuvo una duración de tres meses, del mes de febrero al mes de abril del presente año, permitiendo que los médicos tuvieran interacción con la aplicación.

#### IV. Conclusiones

Dentro de la visión de los autores, a través de la aplicación del entorno colaborativo móvil para médico, se apreció la manera en que contribuye el sistema para facilitar la comunicación entre médicos. Así mismo se determinó que la aplicación funciona mejor cuando son menos de cinco personas debido a la estructura de los dispositivos móviles y la capacidad en el servidor en el que se encuentra alojado.

El presente proyecto aportó importantes beneficios tanto para el paciente como para la institución de salud. Desde el punto de vista de atención al usuario, se realizan diagnósticos más acertados y eficientes, ya que ese evita el suministro de medicamentos incompatibles con un tratamiento previo. Desde el punto de vista de la institución de salud, permite ofrecer al paciente un servicio más eficiente y reduce los tiempos de actualización del médico con respecto al historial clínico del paciente.

#### Agradecimientos

Se reconoce a CONACYT por el subsidio otorgado a los estudiantes Cristián Castillo Olea, Bereniz A. Castañeda Talavera, Jorge Alaníz Sida para la realización de los estudios de posgrado en la Maestría en Tecnologías de la Información (MTIC) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), así como al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), ambos en México, por el apoyo para la realización del trabajo.

## V. Referencias

- [1] Abilene Christian University, "2008-09 Mobile-Learning Report," *Abilene Christian University*, 2009. Consultado el 22 de septiembre del 2010 en:  
[http://www.acu.edu/technology/mobilelearning/documents/ACU\\_Mobile\\_Learning\\_.pdf](http://www.acu.edu/technology/mobilelearning/documents/ACU_Mobile_Learning_.pdf)
- [2] Sharples, M., Taylor, T., Vavoula. G. (2005). *Towards a Theory of Mobile Learning*. University of Birmingham, UK, Open University, UK.
- [3] Heinzlmann, P., Lugn, N. & Kvedar, J. (2005). Telemedicine in the future. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 11(8), 384-390. Consultado el 12 de Marzo del 2010 en:  
<http://jtt.rsmjournals.com/cgi/content/abstract/11/8/384>
- [4] D. Álvarez, M. E. Schachter.(2006), "El teléfono móvil: una herramienta eficaz para el aprendizaje activo," *Current Developments in Technology-Assisted Education*, p. 23, Consultado el 22 de septiembre del 2010 en:  
<http://www.formatex.org/micte2006/pdf/23-30-A.pdf>
- [5] Hellers, N. (2004) Aprendizaje portátil, la revolución que se viene *e-learning* América Latina. Consultado el 11 de Agosto del 2010  
[http://www.elearningamericalatina.com/edicion/unionio1\\_2004/na\\_1.php](http://www.elearningamericalatina.com/edicion/unionio1_2004/na_1.php)
- [6] Hintermeister, G. (2010), Design a Mobile user Experience. *System iNEWS*, 365, 25-33. Consultado el 15 de Abril del 2010 en:  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=48657229&lang=es&site=ehost-live>
- [7] Kantel, E., Tovar, G. y Serrano, A. (2010). "Diseño de un entorno colaborativo móvil para apoyo al aprendizaje a través de dispositivos móviles de tercera generación". *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*, 5, 4, pp. 146--151.
- [8] Koole, M. L. (2009). A model for framing mobile learning. *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*, 25-47. Consultado el 11 de Agosto del 2010 en:  
[http://auspace.athabascau.ca:8080/dspace/bitstream/2149/2016/1/02\\_Mohamed\\_Ally\\_2009-Article2.pdf](http://auspace.athabascau.ca:8080/dspace/bitstream/2149/2016/1/02_Mohamed_Ally_2009-Article2.pdf)
- [9] Pérez, E. (2009). E-Health: How to Make the Right Choice. *Nursing Forum*, 44(4), 277-282
- [10] Tse, M., Choi, K., & Leung, R. (2008). E-Health for Older People: The Use of Technology in Health Promotion. *CyberPsychology & Behavior*, 11(4), 475-479

## DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE APLICACIÓN MÚLTIPLE, CON EL FIN DE MEDIR LA BRECHA TECNOLÓGICA EN LAS EMPRESAS COLOMBIANAS

**Álvaro Espinel Ortega.** Ing.MSc

Docente Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C- Colombia  
Estudiante Doctorado Universidad Pontificia de Salamanca-Campus en Madrid  
[aespinel@udistrital.edu.co](mailto:aespinel@udistrital.edu.co) - [alvaroespinel@hotmail.com](mailto:alvaroespinel@hotmail.com)

**Dr. Víctor Martín García**

Docente Universidad Pontificia de Salamanca – Campus en Madrid  
[victor.martin@upsam.net](mailto:victor.martin@upsam.net)

**Adriana Marcela Vega Escobar.** Ing.MSc.

Docente Facultad de Ingeniería – Área Informática  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. - Colombia.  
[amvega@udistrital.edu.co](mailto:amvega@udistrital.edu.co) - [amvescobar@gmail.com](mailto:amvescobar@gmail.com)

**Tema o área de Interés:** Aplicaciones de la Informática en las Ciencias de la Complejidad y en Sistemas Complejos, Aplicaciones de Informática en Ciencia e Ingeniería, Ingeniería de Software.

### RESUMEN

El presente es un documento que corresponde a una serie de artículos que tienen por objeto dar a conocer los resultados de la investigación adelantada en desarrollo Tesis doctoral denominada: Modelo de Sistema para la Vigilancia Tecnológica de aplicación múltiple, con el fin de medir la brecha tecnológica en las empresas colombianas.

En este documento se trata lo relacionado con el diseño del Sistema de Vigilancia Tecnológica, siguiendo el proceso unificado de desarrollo de software, conocido comúnmente como RUP® [1], modelado con UML® [2] e implementado con lenguaje de programación C# [3], motor de base de datos SQL Server, ajustado a un modelo arquitectónico de tres (3) capas (3-Tier). En este documento se tiene en cuenta especialmente lo relacionado con requerimientos, modelado y arquitectura y en los artículos posteriores se trata lo relacionado con pruebas, evaluación y resultados del prototipo que se implementó, así como los resultados de en el campo de los ejercicios de Vigilancia Tecnológica realizados, todo en concordancia con los objetivos de la Tesis Doctoral.

**Palabras Clave:** Vigilancia Tecnológica, inteligencia competitiva, ciencia de datos, bibliometría, mapas tecnológicos, minería de datos, patentes, metabuscadores.

### ABSTRACT

This is one of several articles that aims to disseminate the research results in developing advanced doctoral thesis entitled: Model of System for Technological Surveillance for multiple application to measure the technological gap in Colombian companies.

This paper is related to the design of Technological Surveillance, following the Rational Unified Process for software development, commonly known as RUP® [1], UML® [2] and implemented with the programming language C# [3], database engine SQL Server, set to an architectural model of three (3) layers (3-Tier). This document takes into account especially related to requirements, architecture and modeling knowledge that have the persons that conform the Company?

Este es un problema complejo que se debe abordar de forma integral y que en una primera fase podría permitir realizar diagnóstico de la situación actual de las empresas colombianas, con el fin de establecer o al menos proponer políticas de estado que permitan atender aquellos sectores que se encuentren más rezagados con el fin de volverlos competitivos.

and subsequent articles are related to testing, evaluation and results of the prototype was implemented and results in the field of technologically surveillance exercises, all in accordance with the objectives of the Doctoral Thesis.

**Keywords:** Technological Surveillance, competitive intelligence, scientometrics, bibliometrics, technology roadmaps, data mining, patents, metasearch engines.

### 1. INTRODUCCION

Las empresas colombianas bien sea estén orientadas a la producción de bienes o servicios, especialmente las catalogadas como micro, pequeñas y medianas empresas, que usualmente se denominan con la sigla "MiPymes", no cuentan con herramientas computacionales amigables para realizar procesos de seguimiento a los diferentes aspectos relacionados con los avances tecnológicos, que tienen que ver con sus facilidades de producción, razón por la cual muchas de estas empresas poseen actualmente tecnologías obsoletas o incluso no hacen uso de ninguna de ellas

Surge una pregunta?. Si la tecnología es y ha sido la clave para que los países se posicionen a la cabeza del desarrollo económico, porque no observar mediante el uso también de recursos tecnológicos los avances en los diferentes campos que la conforman para utilizar el conocimiento obtenido en beneficio de quienes lo necesitan, es decir las empresas y en especial aquellas que conforman la gran mayoría y que no tienen recursos para adelantar este tipo de investigaciones, como lo son las "MiPymes".

### 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Surge entonces la segunda pregunta. Cuanta es la diferencia o brecha entre las empresas colombianas y sus similares en países desarrollados ?. Es posible medir esa brecha? y de manera análoga surgen otros interrogantes como: La brecha es solo en tecnologías como siempre se ha querido hacer ver? O también puede estar relacionada con metodologías? O con el

#### 2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es posible realizar el diseño y la implementación de un Sistema de Vigilancia de aplicación múltiple, que permita medir la brecha tecnológica, con base en indicadores de diferente tipo, parametrizables y gestionables, de tal forma que como resultado de este proceso se puedan proponer estrategias o políticas para realizar procesos de mejoramiento en las empresas colombianas y/o descubrir nuevos sectores que hagan más competitivo al país?

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Mostrar los procesos seguidos para realizar el diseño de un modelo de sistema de vigilancia tecnológica, que permita medir la brecha tecnológica entre empresas colombianas y empresas similares en otros países. Lo anterior para mostrar parte de los resultados de una tesis doctoral y para beneficio de los empresarios que quieran mejorar su competitividad.

#### 3.2. Objetivos específicos

Realizar el diseño y modelado de un sistema que permita gestionar la información de las “MiPymes”, con el fin de procesar los datos básicos y los relacionados con su sector o área de trabajo.

Realizar el diseño y modelado de un sistema de gestión documental, que permita realizar búsquedas de documentos relacionados con innovación similares a patentes y artículos científicos con el fin de clasificarlos y catalogarlos, para obtener de ellos información relevante asociada con vigilancia tecnológica.

Realizar el diseño y modelado de un sistema de indicadores: asociados con recursos humanos, indicadores tecnológicos, indicadores sobre innovación e indicadores económicos y financieros.

Implementar un sistema prototipo que permita medir la brecha tecnológica de tal forma que se puedan realizar comparaciones a nivel de empresa, a nivel de cadenas productivas, eslabones, sectores y actividades económicas.

### 4. CONCEPTOS SOBRE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

“La vigilancia tecnológica es un proceso organizado, selectivo y permanente, de captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.” Definición según Norma UNE 166006:2006.[4]. España.

Todo lo anterior en un ambiente de legalidad, que la diferencia del espionaje.

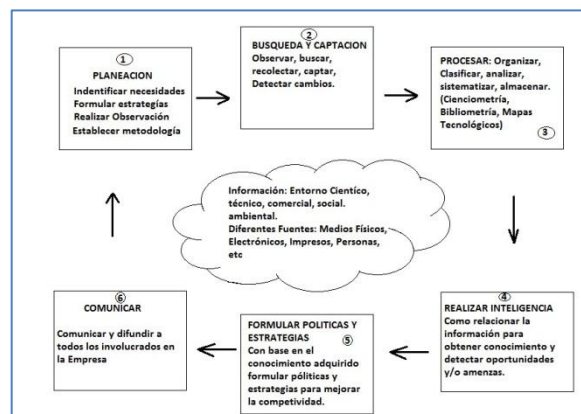


Figura 4.1. El ciclo de la Vigilancia Tecnológica.

Fuente: Elaboración propia de los autores

Como finalidad de la vigilancia tecnológica se pueden considerar las siguientes:

**Anticipar:** Detectar los cambios: Nuevas tecnologías, máquinas, mercados, competidores internos, externos.

**Reducir riesgos:** Detectar amenazas: Patentes, productos, reglamentaciones, alianzas, nuevas inversiones.

**Progresar.** Mejorar relación beneficio costo.

**Innovar.** Mejorar la calidad, el rendimiento, nueva ideas, nuevas soluciones.

**Cooperar.** Contribuir con el mejoramiento del entorno.

**Competir.** Tener permanencia y sobresalir en el mercado.

**Campos de aplicación:** Definir estrategias, establecer programas de I + D, establecer acuerdos de Cooperación, facilitar la implantación de nuevos avances tecnológicos, detectar oportunidades de inversión y comercialización

**Fuentes de Información:** Se tienen formales e informales. Para el caso de fuentes formales se tienen: Bases de datos científicas (p.ej: Scopus®, Compendex®, Chemical Abstracts®, SCI®, SSCI®), bases de datos patentes (P.ej:WIPO®, WPI®, EPAT®,CIBEPAT®), revistas científicas. Para el caso de fuentes de información informales: Internet pública, revistas comerciales, Ferias, Web Invisible.

### 4.1 COMPETITIVIDAD

El mejor indicador de la competitividad de un país es la renta per cápita de sus habitantes. “La competitividad de una nación es su capacidad de producir bienes y servicios en los mercados internacionales, manteniendo o aumentando los ingresos reales a sus ciudadanos. La competitividad es la base del nivel de vida de un país” .OCDE. (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo). [5]

### 4.2. QUÉ ASPECTOS SE DEBEN VIGILAR

Según Michael Porter, de la Universidad de Harvard. [6], entre otros se deben vigilar aspectos tecnológicos, competitivos, comerciales y de entorno.

#### 4.3.1. Aspectos tecnológicos

Se debe vigilar los avances científicos y tecnológicos, fruto de la investigación básica y aplicada, los productos y servicios, los procesos de fabricación, los materiales, su cadena de transformación, las tecnologías y sistemas de información.[7]

#### 4.3.2. Aspectos competitivos

Análisis y seguimiento de competidores actuales y potenciales.

#### 4.3.3. Aspectos comerciales

Mercados, clientes, la evolución de necesidades, su solvencia, los proveedores, su estrategia de lanzamiento de nuevos productos, la mano de obra en el sector y en la cadena de valor

#### 4.3.4. Aspectos de entorno

La legislación y normativa, cultura de las personas, barreras no arancelarias, tratados de libre comercio, medio ambiente, etc.

### 4.4. LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y LA INTELIGENCIA COMPETITIVA

La palabra inteligencia competitiva tiende a sustituir el término vigilancia tecnológica por lo que se constituye un carácter más activo, presenta una información más elaborada y mejor preparada para la toma de decisiones. Entre las dos disciplinas hay una diferencia de matiz, mientras que la vigilancia tecnológica pone el énfasis en la búsqueda y la obtención de información relevante para la toma de decisiones, la inteligencia competitiva se refiere al mismo proceso, pero poniendo el énfasis en la elaboración de información implicando a menudo la obtención de nuevas informaciones para acabar de entenderla. [7].

### 5. FASES DEL PROCESO DE DISEÑO

**5.1. Fase I: Revisión conceptual.** Se realizó un proceso de revisión conceptual sobre la fundamentación teórica para sistemas de vigilancia tecnológica, tomando referentes nacionales e internacionales en Europa y Estados Unidos, tomando como referentes entre otras La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE)[5], Organización Mundial del Comercio, Foro Económico Mundial, la Comunidad Europea y posteriormente otras regiones tales como Asia y países emergentes de América Latina. Se tuvieron en cuenta también la Manual de Oslo [8] y el Manual de Frascti [9].

Se realizó un proceso de revisión de experiencias en el campo de la vigilancia tecnológica a nivel nacional e internacional, con el fin de conocer sobre las fuentes de información validas para procesos de extracción de información a nivel de artículos científicos, patentes y

documentos relacionados con innovación tecnológica, tales como bases de datos indexadas y de los mecanismos que se han utilizado por quienes han realizado este proceso. Entre otras se hizo una revisión amplia a las normas UNE 166000, 166001, 166002, 166003, 166004. [10].

**5.2. Fase II. Selección y clasificación de indicadores y fuentes de información válidas como base para establecer la brecha tecnológica.** Se deben establecer indicadores de diferente tipo, los cuales son necesario clasificar, catalogar y jerarquizar en los ámbitos social, económico, técnico y científico de acuerdo con referentes internacionales. Los indicadores serán el fundamento para establecer la brecha con base en el sistema de vigilancia propuesto. También se deben escoger fuentes de información válidas, con base en los indicadores seleccionados y teniendo en cuenta referentes internacionales, con el fin de establecer los requerimientos para los sistemas de búsqueda automatizada, utilizando “metabuscadores”, los cuales recibirán información parametrizada, por parte de los sistemas que se tiene previsto diseñar e implementar. Para este caso se utilizó un metabuscador denominado COPERNIC AGENT®, con sus complementos COPERNIC TRACKER® Y COPERNIC SUMMARIZER® [11].

**5.3. Fase III: Elaboración del Modelo para el Sistema de Vigilancia Tecnológica propuesto.** Con base en los requerimientos establecidos en las fases anteriores, se procederá con la construcción de los modelos UML® [2], siguiendo la metodología RUP® [1] conocida como El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.

**5.4. Fase IV. Implementación de un prototipo funcional.** Se implementó un prototipo funcional, con una base de datos en SQL Server®, herramienta de desarrollo Visual Studio NET®. El prototipo incluye algunos ejercicios con empresas colombianas debidamente clasificadas de acuerdo con la codificación internacional de actividades económicas CIIU®, con el fin de validar el modelo. Con este prototipo se están realizando pruebas en colaboración con la Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá D.C y de algunos empresarios de diferentes sectores económicos.

**5.5. Fase V. Pruebas, evaluación del prototipo y publicación de resultados.** Los resultados finales de las pruebas y evaluación del prototipo se tienen previsto publicar en artículos posteriores, como se indicó en el resumen del presente documento.

## 6. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

### 6.1. REQUERIMIENTOS.

Los requerimientos funcionales son las necesidades de los usuarios vistos desde la perspectiva del software y se relacionan de manera general a continuación: Requerimientos sobre Gestión Empresas “MiPymes”, requerimientos documentales, requerimientos de indicadores, requerimientos sobre vigilancia tecnológica, requerimientos sobre medida de brecha tecnológica, requerimientos sobre usuarios del sistema

### 6.2. ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

En el documento de diseño final los requerimientos se especificaron siguiendo los siguientes lineamientos: Especificados por escrito, con posibilidades de probar o verificar, con fundamento en las necesidades de los usuarios actuales o potenciales del sistema de información y se describieron con una característica del sistema por desarrollar de la manera más clara y concisa posible con el fin de evitar malas interpretaciones. El análisis de los mismos se realizó con base en formatos individuales con base en escenarios.

### 6.3. EXPRESION DE REQUERIMIENTOS COMO CASOS DE USO

Una vez analizados los requerimientos se procedió a documentarlos como casos de uso del software, en el formato que considera: Nombre del Caso de uso, Actores, condiciones de entrada, procesos, condiciones de salida y flujo alterno.

Resumiendo los casos de uso para observarlos en una vista general se observan a continuación:

#### 6.3.1. Casos de uso subsistema gestión de usuarios

Los usuarios del sistema son de cuatro tipos: Empresario, Experto en Vigilancia Tecnológica del área, Coordinador de Vigilancia Tecnológica y Administrador del Sistema, a quienes se les definen estos perfiles como roles de usuario.

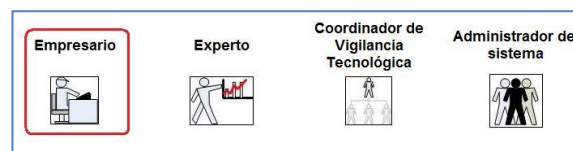


Figura 6.1. Usuarios del Sistema y roles

**Gestionar roles de usuarios:** Crear rol de usuario, Modificar rol de usuario, Consultar rol de usuario, Borrar rol de usuario

**Gestionar Usuarios:** Crear usuario, Modificar usuarios, Borrar Usuario, Consultar Usuario.

#### 6.3.2. Casos de uso subsistema gestión documental

Gestionar procesos con documentos científicos (Ciencometría, Bibliometría sobre bases de datos científicas), gestionar procesos con documentos de patentes (Búsqueda de Información en bases de datos de Patentes), gestionar documentos con herramientas para mapas tecnológicos (Road-Map)

**6.3.3. Casos de uso subsistema gestión de indicadores:** Gestionar tipos de indicadores, Indicadores cualitativos, gestionar dominio de indicadores cualitativos, indicadores cuantitativos, gestionar escala de Indicadores cuantitativos, gestionar categorías de indicadores, gestionar indicadores sobre recursos humanos, gestionar indicadores sobre formación, gestionar indicadores sobre empleo, gestionar Indicadores sobre Investigación e Innovación, gestionar Indicadores sobre patentes, gestionar Indicadores sobre I+D, gestionar Indicadores sobre Innovación en las empresas, gestionar Indicadores tecnológicos, indicadores de productos, indicadores procesos productivos, indicadores procesos a nivel de servicios, indicadores de innovación de procesos, indicadores para innovación en relaciones con el cliente, indicadores de innovación organizacional, indicadores de innovación global, indicadores sobre nuevos conceptos, gestionar indicadores sobre nuevos productos, gestionar indicadores sobre redefinición de procesos productivos, gestionar indicadores sobre redefinición de procesos de comercialización, indicadores para innovación del modelo del negocio, gestionar indicadores económicos y financieros

#### 6.3.4. Casos de uso subsistema medición brecha

Determinar o gestionar brecha tecnológica, buscar Información automática son subsistemas respectivos, crear estudio de vigilancia tecnológica, cargar información manualmente, asignar responsable del estudio, modificar estudio de vigilancia tecnológica, buscar estudio de vigilancia tecnológica, consultar estudio de vigilancia tecnológica, determinar Brecha, generar Informe sobre estudio vigilancia tecnológica, generar Informa gráfico sobre estudio vigilancia tecnológica.

#### 6.3.5 Subsistema información sobre “mipymes”

Gestionar Información de “MiPymes”, crear, modificar, consultar por Código, consultar por nombre, borrar datos de “MiPymes”, gestionar actividad económica, gestionar cadenas productivas, gestionar ubicación, gestionar eslabón de la cadena productiva.

#### 6.3.6. Casos de uso visión general del sistema

De acuerdo el análisis anterior y luego de realizar un proceso de cohesión, El Sistema de Vigilancia Tecnológica está conformado por los siguientes subsistemas: Subsistema de gestión de “MiPymes”, Subsistema de gestión de usuarios (Se omite del Diagrama principal), Subsistema de gestión documental, Subsistema de Indicadores, Subsistema de Medición de Brecha Tecnológica.

#### 6.4. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Se muestran los diagramas siguiendo el modelo General – Particular (Top-Down), es decir mostrando primero la visión general y posteriormente el detalle.

**6.4.1. Diagrama casos de uso visión general del sistema de vigilancia tecnológica.**

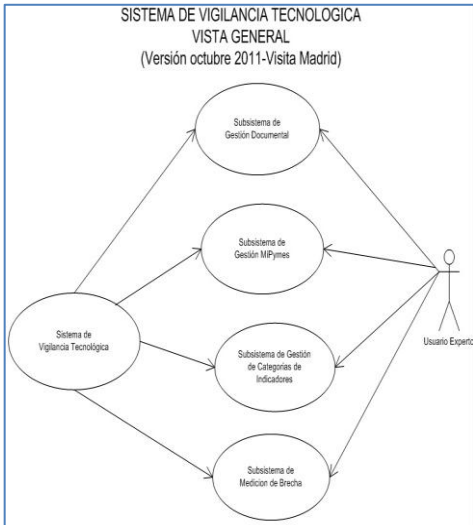


Figura 6.2. Diagrama general vista casos de uso Sistema de VT

**6.4.2. Diagrama detallado - Casos de uso visión general sistema de vigilancia tecnológica.**

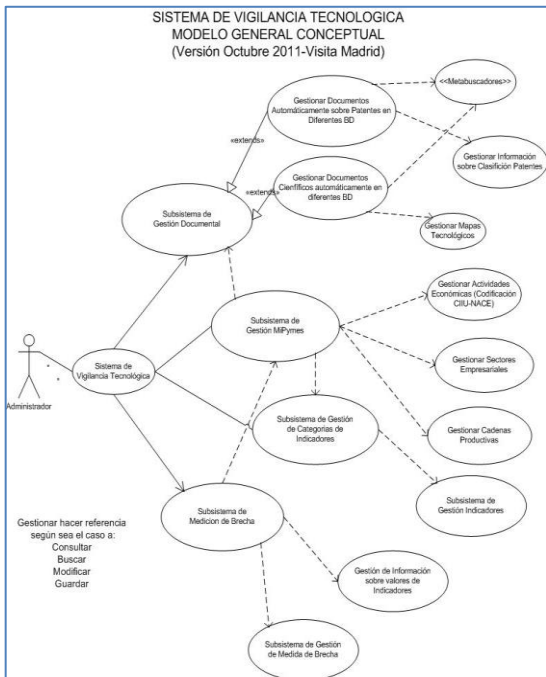


Figura 6.3. Diagrama general vista detallada Casos de Uso Sistema de VT

**6.4.3. Diagrama casos de uso gestionar “Mipymes”**

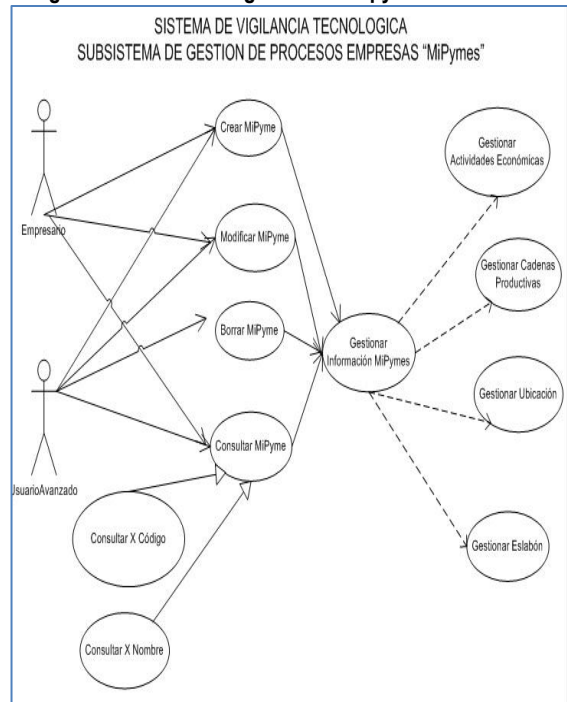


Figura 6.4. Diagrama casos de uso gestionar “MiPymes”

**6.4.4. Diagrama casos de uso gestionar indicadores.**

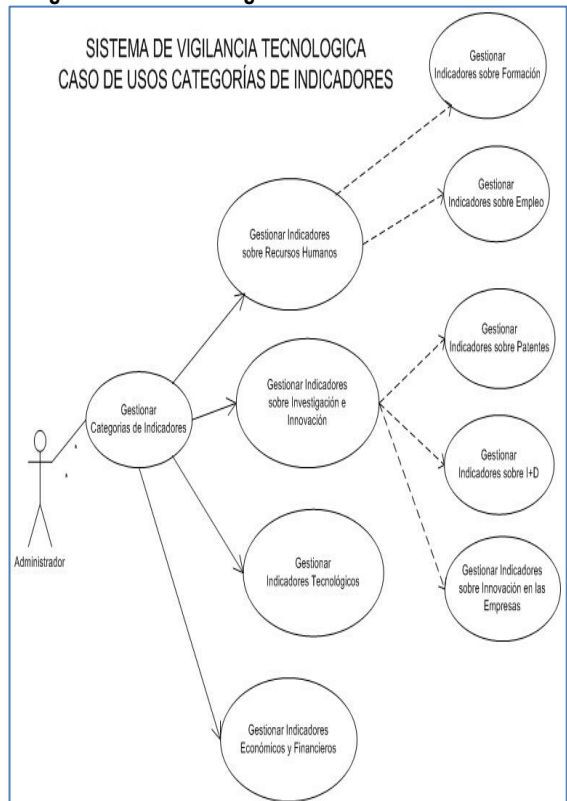


Figura 6.5. Diagrama casos de uso gestionar indicadores  
Fuente: Elaboración del autor.

6.5.5. Diagrama casos de uso medir brecha tecnológica.

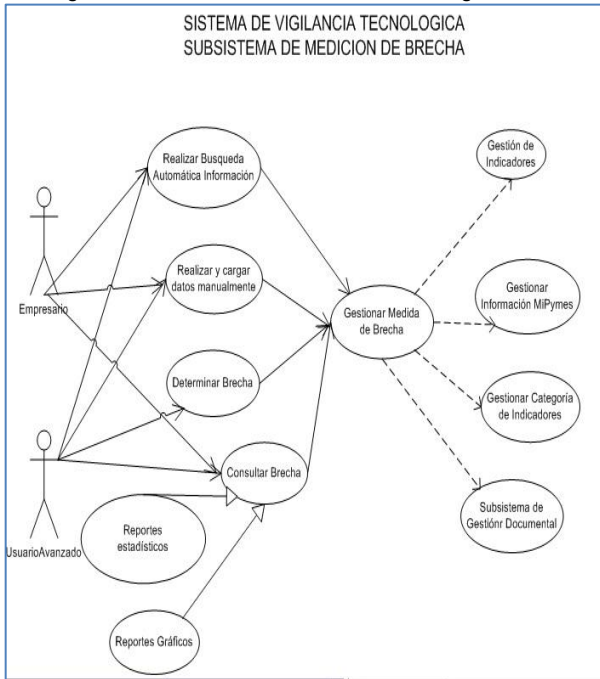


Figura 6.6. Diagrama casos de uso medir brecha tecnológica  
Fuente: Elaboración del autor.

6.7. Diagrama de Paquetes Sistema de Vigilancia Tecnológica

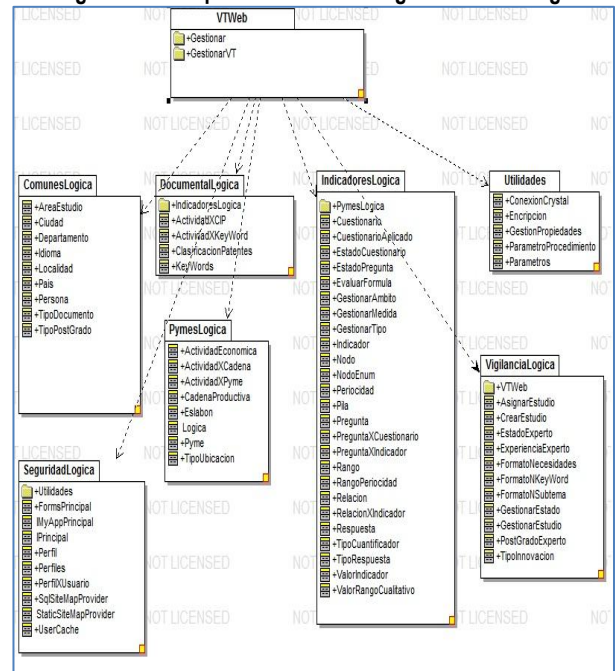


Figura 6.8. Diagrama de paquetes Sistema de VT  
Fuente: Elaboración del autor con UMLSTUDIO® Versión de Prueba

6.6. Diagrama de Clases

Se muestra un diagrama de clases del sistema de vigilancia tecnológica a manera de ilustración se ha escogido el relacionado con Gestión de "MiPymes"

6.6.1. Diagrama de clases gestionar "MiPymes"

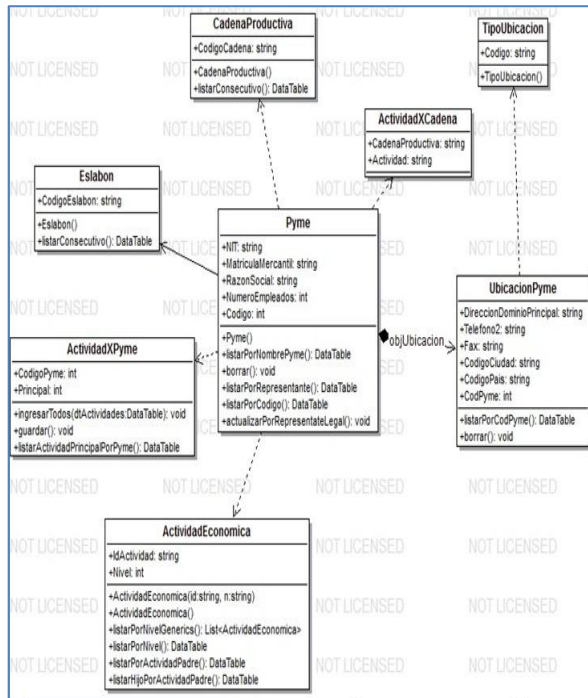


Figura 6.7. Diagrama de clase gestionar "MiPymes"  
Fuente: Elaboración del autor con UMLSTUDIO® Versión de Prueba

6.8. Diagrama de despliegue mostrando los componentes del Sistema de Vigilancia Tecnológica.

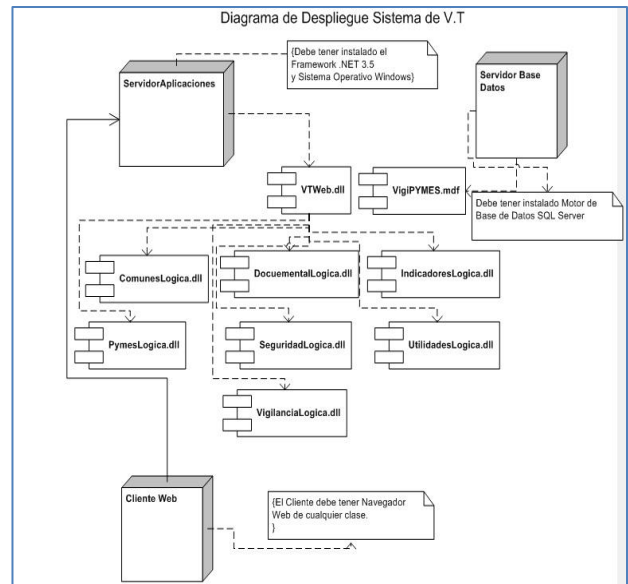


Figura 6.9. Diagrama de despliegue Sistema de VT  
Fuente: Elaboración del autor

7. Puesta en funcionamiento del Sistema y primeros resultados con pruebas.

El sistema se ha instalado y puesto en servicio en un servidor de la Secretaría de Desarrollo Económico del Bogotá D.C, y sobre el se han realizado algunos ejercicios demostrativos, de los cuales se puede observar la siguiente captura en pantalla.

Tanto los empresarios, como los expertos y coordinador(es) del Sistema de Vigilancia Tecnológica tienen la posibilidad de visualizar los indicadores, en especial se han configurado formas que permitan establecer comparaciones entre los diferentes ámbitos de los indicadores.

El sistema posee una configuración para almacenar datos históricos y por lo tanto generar opciones de visualización de los indicadores.

El administrador del sistema tiene la opción de exportar los datos históricos del escenario indicadores del sistema a formatos que permitan hacer tratamiento de datos.

## CONCLUSIONES

Estas conclusiones se refieren al proceso de diseño e implementación del sistema y a las posibilidades que puede tener el sistema en el contexto nacional e internacional. El análisis de resultados sobre ejercicios de medición de la brecha se hará en publicaciones posteriores, para lo cual a la fecha se cuentan con cincuenta encuestas realizadas a Empresarios de Bogotá D.C, en la República de Colombia.

Conocer como se encuentran las empresas del país, frente a las empresas de carácter similar en el contexto internacional, mediante la selección de un conjunto de indicadores basados en referentes internacionales, con el fin de medir la brecha tecnológica, permite tomar decisiones con el fin de establecer políticas por parte de los empresarios y políticas de estado para disminuir esa brecha y aumentar la competitividad de las empresas mediante un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y económicos.

Con una observación de esta clase, realizada con base en herramientas computacionales el estado colombiano y los empresarios pueden tener unos referentes, con el fin de proponer políticas de apoyo a aquellos sectores que están en crisis, descubrir nuevos sectores potencialmente importantes para apoyar y descartar aquellos que perdieron vigencia.

Esta herramienta puede ser potencialmente útil para aplicaciones múltiples, pues se puede configurar de tal forma que se aplica a cualquier clase de empresa, bien sea de bienes o servicio, indistintamente de la actividad económica que realice y de las cadenas productivas a las que pertenezcan.

Esta herramienta no solo permite medir brecha tecnológica, sino que se adapta a la observación y medida de aspectos diferentes dada la posibilidad de configurar y establecer jerarquías en los indicadores. Estos indicadores se pueden establecer como cualitativos o cuantitativos caso en el cual se puede establecer el rango o escala de posibles valores que puede tomar

No existen políticas de estado en Colombia, referente a realizar ejercicios de vigilancia tecnológica o al menos observación en los campos de ciencia, tecnología e innovación que le permitan mejorar sus procesos productivos, razón por la cual esta herramienta puede ser un buen referente una vez realice el proceso de pruebas y evaluación en la Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá D.C, donde ya se cuenta con varias encuestas al respecto para procesar, cuyos resultados serán motivo de análisis.

Los estudios de vigilancia tecnológica en la gran mayoría se centran en aspectos puramente tecnológicos que dejan de lado aspectos metodológicos y de recursos humanos, que el sistema aquí diseñado está en capacidad de cubrir.

Las micro, pequeñas y medianas empresas en la gran mayoría de los países latinoamericanos cualquiera sea su actividad económica, no utilizan ni cuentan con herramientas para realizar procesos de

seguimiento a los diferentes aspectos relacionados con los avances tecnológicos e innovación, que tienen que ver con la mejora de sus conocimientos, procesos, procedimientos y equipos, razón por la cual se encuentran en desventaja competitiva respecto de empresas similares en países desarrollados.

Esta investigación ha sido un primer paso para promover en los pequeños y medianos empresarios colombianos, la importancia de realizar observación sobre diversos aspectos tecnológicos que intervienen en los procesos de producción de sus empresas, con el fin de mejorar la competitividad.

Se han generado como resultado de la presente investigación una serie de documentos y un aplicativo que pueden ser de gran utilidad para los empresarios con el fin de que puedan ser utilizados desde sus empresas.

## 7. REFERENCIAS

- [1]BOOCH Graddy, RUMBAUGH James, JACOBSON Ivar. Addison-Wesley. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. *Rational Unified Process-RUP*®, Addison-Wesley. Pearson. 2003
- [2]BOOCH Graddy, RUMBAUGH James, JACOBSON Ivar. El Lenugaje Unificado de Modelado – UML®. Segunda Edición Addison-Wesley. Pearson. 2005.
- [3].ECMA-334. Lenguaje de Programación Orientado a Objetos C#. Standard ECMA-334 C# Language Specification. Disponible en: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-334.htm>
- [4].AENOR. UNE 166006:2006 Título en español: Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica. Consultado: Octubre-2010. Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0036140&tipo=N>
- [5].OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Consultado: Nov-2011. Disponible en: [http://www.oecd.org/pages/0,3417,es\\_36288966\\_36288120\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1\\_00.html](http://www.oecd.org/pages/0,3417,es_36288966_36288120_1_1_1_1_1_00.html)
- [6].PORTER Michael E., padre de la estrategia competitiva.Portal MateriaBiz. Consultado: Nov-2011. Disponible en: <http://www.materiabiz.com/mbz/gurues.vsp?nid=22600>
- [7].ESCORSA, Pere; MASPONS, Ramón. De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva. Madrid: Prentice Hall, 2001.
- [8]. OCDE. MANUAL DE OSLO. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. [http://www.conacyt.gob.sv/Indicadores%20Sector%20Academcio/Manual\\_de\\_Oslo%2005.pdf](http://www.conacyt.gob.sv/Indicadores%20Sector%20Academcio/Manual_de_Oslo%2005.pdf) Consultado: Octubre de 2011 El texto completo de esta obra se encuentra en: <http://www.sourceocde.org/9264013113>
- [9]. OCDE. MANUAL DE FRASCATI. "Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas" . <http://www.edutecne.utm.edu.ar/ocde/frascati-01.htm> Consultado: Octubre de 2011
- [10].AENOR. UNE 166000, 166001,166002, 166003, 166004. Normas relacionadas con I+D. Consultado: Octubre-2010. Disponible en: <http://www.aenor.es/aenor/normas/buscadornormas/buscadornormas.asp?modob=S>
- [11] COPERNIC SOFTWARE INC. COPERNIC AGENT®, con sus complementos COPERNIC TRACKER® Y COPERNIC SUMMARIZER®. Consultado: Enero 2011. Disponible en: <http://www.copernic.com/index.html>

# Alcance de la producción porcina con base en las tecnologías de la información

Oscar E. Guerrero, Gonzalo Rosas., Alfonso Monterosas, José R. Ceja.

Programa Educativo de Tecnologías de la Información y Comunicación, Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Izúcar de Matamoros, Puebla, CP-74420, México.

## RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrentan los empresarios en México, es el acceso a las tecnologías para el procesamiento de información; problema provocado principalmente por los altos costos de adquisición de estos servicios y productos. En este trabajo, se presenta el desarrollo de un sistema para el seguimiento de la producción en la Granja Porcina El Cid, localizada en Calpulápan, Tlaxcala. El sistema funciona como base para la aplicación de inteligencia de negocios y, con ello, obtener información que le permita al empresario tomar decisiones acertadas con menor grado de incertidumbre, con la finalidad de fortalecer el crecimiento de la granja porcina.

### Palabras clave

*Sistema, producción porcina, inteligencia de negocios.*

## 1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad del conocimiento las actividades que realiza el ser humano están influenciadas por las Tecnologías de la Información y Comunicación, si es que se pretende que sean productivas. La producción porcina a nivel mundial tiene avances tecnológicos avasalladores con respecto a los pequeños productores de México.

La producción de ganado porcino es una importante actividad comercial, existen granjas porcicultoras establecidas a todo lo largo y ancho de la república mexicana. Tal es el caso de la Granja Porcina El Cid, que se encuentra localizada en la comunidad de Calpulápan, Tlaxcala. Los métodos de producción que utilizan son efectivos e inciden en la conservación, mejora de caracteres y aptitudes o bien, en provocar la aparición de nuevas cualidades en los cerdos. La administración de la empresa ha logrado una mortalidad menor al diez por ciento [1], tomando como base, la experiencia y las asesorías externas de especialistas en producción porcina, por tal motivo, el negocio aporta los resultados esperados en ese aspecto. Además, esto le ha servido para mantenerse en el mercado y no sucumbir ante los problemas económicos que se han presentado en el país,

como la fiebre porcina en el año 2009, que aunada a otros problemas, forzaron la quiebra de otras granjas porcinas que existían en la comunidad.

La producción de la Granja El Cid se registra en papel, obteniendo sus informes sobre diversos parámetros de interés en forma poco oportuna, mermando la disponibilidad de sus datos y dificultando así el cálculo de los mismos, por ejemplo: ¿Cómo saber la fecha en que una hembra que está gestando realizará su parto? Como respuesta a esto, se obtiene el historial de la hembra, se verifica la fecha de diagnóstico del servicio y, en función de eso, se calcula la posible fecha de parto, tomando en consideración que deben transcurrir 115 días después del servicio donde quedó preñada. Esta es una forma lenta y complicada para hacer una consulta, porque se tienen que revisar los manuscritos y eso vuelve lentos los cálculos y el registro de la información. Por esta forma tediosa de realizar la administración resulta conveniente trabajar en conjunto con la Granja porcina El Cid, para desarrollar un Sistema Administrativo Asistido por Computadora, que le permita satisfacer sus necesidades e ir a la par con la entrega de informes eficientes y, al mismo tiempo, darle un soporte a su línea de producción de acuerdo a la demanda de inversión de tiempo.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Actualmente las aplicaciones de tecnologías de información referentes a la producción porcina, funcionan como una herramienta de control que permite optimizar la producción si se lleva a cabo una gestión adecuada.

Para muchos ganaderos, gerentes, trabajadores y técnicos, es importante disponer de información actualizada sobre la granja, de manera que resultan esenciales los listados de trabajo diario, fichas de las cerdas, informes sobre el seguimiento de producción, informes económicos que traduzcan la eficacia de los índices productivos, etc. Se pueden definir sistemas que proporcionen la información que los diferentes niveles de la cadena de producción necesiten [2]. De esta manera los programas facilitan el control de la granja y la elaboración de informes técnicos y económicos de gran utilidad, permitiendo apoyar al ganadero en la toma de decisiones [3]. A continuación se

describen algunos de estos sistemas.

Un sistema para la gestión de producción porcina es Porcítec, desarrollado en España, y tiene la finalidad de administrar y controlar todos los datos de los animales existentes en una explotación ganadera, tanto a nivel individual como a nivel granja. Su principio de funcionamiento básico consiste en crear informes útiles y relevantes, capaces de ayudar a directores de granjas, empleados y consultores en la administración de los animales. Este programa genera informes a manera de listados y estadísticas útiles para organizar las operaciones de rutina diarias, permite realizar el seguimiento del diagnóstico del ganado y ayuda en el diagnóstico y control de los temas productivos. Sus informes pueden ser personalizados para adaptarse a las necesidades del usuario [4].

Otro sistema es PigCHAMP, desarrollado en E.E.U.U., y permite llevar a cabo el registro y análisis de información porcina, también ofrece un rediseño avanzado en su base de datos, facilidad de uso, flexibilidad y poder en el reporte, de tal manera que ofrece información como: tarjetas resumen personalizadas de las cerdas, reporte de distribución por partos, reporte de bajas reproductivas, pantallas con historia detallada, guardar, publicar y enviar reportes por correo electrónico, registrar tratamiento de animales en forma individual, entre otros. Con la finalidad de manejar su operación en forma efectiva [5].

Existe otro sistema denominado Spartacus y es parte de un proyecto para integrar granjas porcinas de Latinoamérica, recopilando datos y dejándolos a disposición de los productores, con dichos datos, se organizan programas de mejoramiento genético, se sincronizan los datos para tener la información disponible en internet, se crean resúmenes por zonas geográficamente cercanas que ayudan al mejoramiento genético de la zona. Este sistema es de código libre que se desarrolla continuamente para analizar principalmente datos reproductivos [6].

Sin embargo, las principales desventajas de los sistemas descritos anteriormente, con respecto al proyecto en cuestión son: dependencia tecnológica, alto costo de licenciamiento y capacitación especializada para el manejo del sistema.

### 3. DESARROLLO

La granja porcina el Cid cuenta con métodos efectivos de producción para conservar o mejorar caracteres y aptitudes en los cerdos. Para optimizar los procesos que en la actualidad llevan a cabo, es necesario hacer un modelado del negocio, que funcione como el inicio de la ruta a seguir durante el desarrollo del proyecto, como se muestra en la Figura 1, además, permite identificar los requerimientos del sistema en forma clara, posteriormente, a través de la Metodología de Desarrollo de Software denominada Proceso Unificado se lleva a cabo la descripción detallada de dichos requerimientos, así como el diseño y desarrollo del sistema, para registrar adecuadamente la producción de la granja porcina y por

último aplicar la inteligencia de negocios que permita identificar sus áreas de oportunidad, con la finalidad de mantener su competitividad en el mercado.

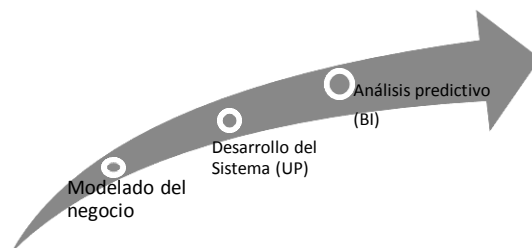


Figura 1. Ruta de la metodología a seguir en el desarrollo del proyecto.

Modelado del negocio: se define como el proceso de representación de uno o más aspectos de una empresa, tales como su propósito, estructura, funcionalidad, dinámica, lógica de negocios, componentes (fines, procesos de negocio, reglas de negocio, objetos de negocio, actores, unidades organizativas, etc.) [7]. De esta manera se explica cómo es que la empresa genera valor para el cliente, aprobando el valor que proporcionan los productos o servicios de una empresa a sus clientes, por lo tanto, el modelo de negocios se utiliza como una herramienta conceptual que contiene un conjunto de objetos, conceptos y sus relaciones, con la finalidad de expresar la lógica del negocio de una empresa.

Proceso unificado: es un proceso de software genérico que se puede utilizar para diferentes tipos de sistemas de software, diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de competencia y diferentes tamaños de proyectos. Provee un enfoque disciplinado en la asignación de tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Su meta es asegurar la producción de software de calidad que satisfaga las necesidades de los usuarios finales, dentro de un calendario y presupuesto predecible [8].

Inteligencia de negocios: es una disciplina que junto con sus correspondientes herramientas, se centran en el análisis de la información para la correcta toma de decisiones, que permitan a la organización cumplir con los objetivos de negocio [9].

#### Análisis de requerimientos

Para llevar a cabo el ciclo de producción en la Granja Porcina El Cid, se da servicio a una hembra, sin embargo, no es necesariamente el punto de partida, se puede usar otra de las etapas, como es el Diagnóstico, que se lleva a cabo una vez que se han cumplido 21 días de la fecha de servicio, en ese lapso de tiempo se intentan sólo 3 montas y en caso de que no se tenga éxito, se vuelve a repetir el proceso de servicio.

La etapa de maternidad dura 114 días a partir de la fecha

del parto, una vez que se han concluido estos días, se pasa a la etapa de Lactancia, que tiene una duración de 28 días; al término de esta fase se dice que el lechón pasa a Destete, y 6 días después de la fecha del Destete entra en celo la cerda, repitiendo el ciclo nuevamente; la Figura 2 muestra el ciclo de producción porcina [9].

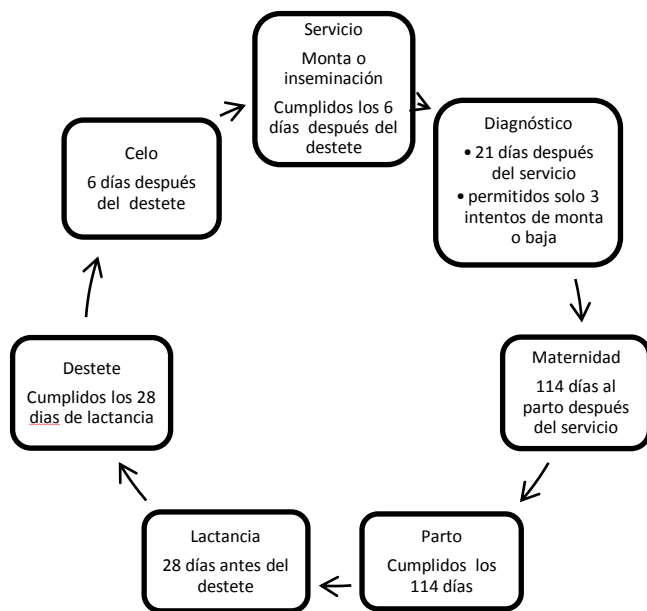


Figura 2. Ciclo de producción en la granja porcina.

Con respecto al análisis que se hace de los datos obtenidos con el cliente y de la información de la Figura 2, se conceptualizan los requerimientos para la implementación del sistema tal como se muestra en la Tabla 1, en la cual se pueden apreciar los requerimientos funcionales, con respecto al impacto que se tiene en el rendimiento del sistema. [10-11].

Tabla 1. Requerimientos del sistema

| Identificador       | Descripción Corta                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| RF01-USUARIOS       | Administrar usuarios del sistema                                                  |
| RF02-HEMBRAS        | Registrar datos de hembras                                                        |
| RF03-MACHOS         | Registrar datos de machos                                                         |
| RF04-SERVICIOS      | Gestionar datos de servicios de una hembra                                        |
| RF05-DIAGNOSTICOS   | Gestionar datos de diagnostico de monta de una hembra                             |
| RF06-PARTO          | Gestionar datos de parto de una hembra                                            |
| RF07-DESTETE        | Gestionar datos de destete de una hembra                                          |
| RF08-ENGORDA        | Registrar datos de cerdos de engorda                                              |
| RF09-VACUNAS        | Registrar las vacunas aplicadas a los animales                                    |
| RF10-COMPRAS        | Gestionar los datos de compras de la granja                                       |
| RF11-VENTAS         | Registrar ventas de ganado                                                        |
| RF12-INFORMES       | Mostrar e imprimir informes de la cerdas, sementales, ventas, camadas, y compras. |
| RF13-BDD            | Crear base de datos                                                               |
| RNF01-DATOS         | Manejador de base de datos                                                        |
| RNF02-MANUAL        | Crear un manual de usuario                                                        |
| RNF03-MANTENIMIENTO | Mantenimiento del desarrollo del sistema.                                         |

## Diseño

Con base en los requerimientos se da paso a la construcción de la base de datos cuyo diagrama de base de datos está ilustrado en la Figura 3, y que considera a cada entidad de información.

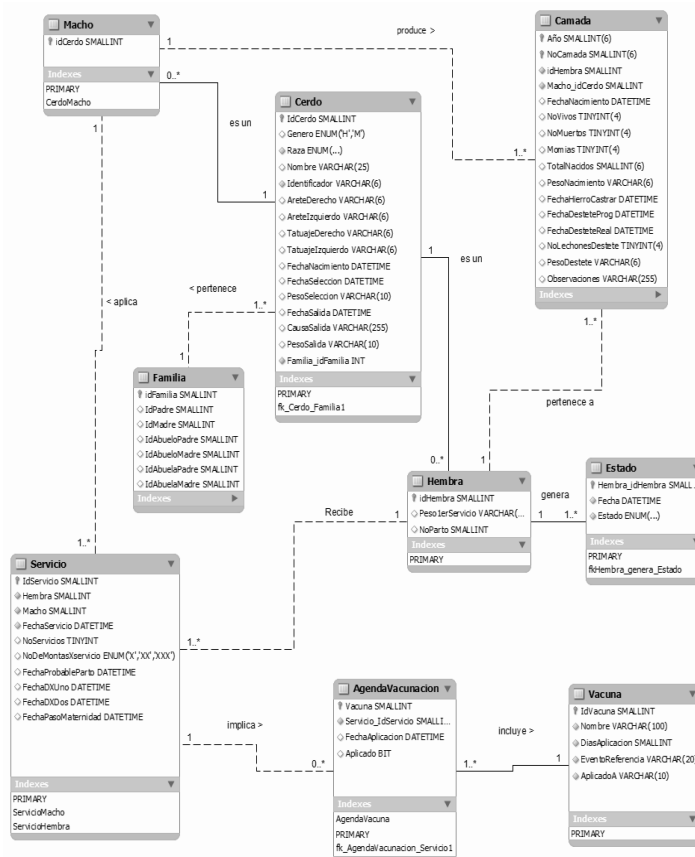


Figura 3. Estructura de la base de datos del sistema

En esta etapa, después de analizar la información proporcionada se crean las pantallas en el lenguaje de programación Java con un diseño apegado a los principios de usabilidad. Para la realización de esta etapa se realizaron distintas pruebas que permitieron identificar el modelo de pantallas adecuado, que se muestra en la Figura 4.

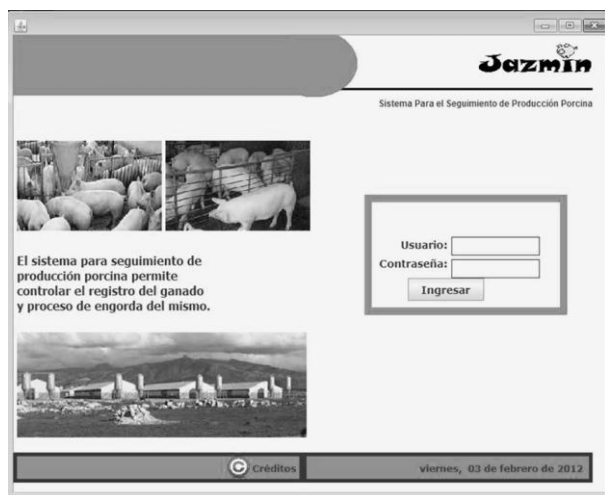


Figura 4. Pantalla del sistema

#### 4. CONCLUSIONES

En este trabajo se llevó a cabo la transferencia de tecnología como apoyo para el sector productivo, proporcionando resultados satisfactorios para el empresario. De tal forma, que actualmente la Granja Porcina El Cid cuenta con un sistema de información que le permite obtener información de manera rápida y oportuna, para mantener y en determinado momento, incrementar su producción. Así mismo, se difunde el conocimiento a través de la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, en virtud de que la transferencia tecnológica proporcionará un valor de cambio en el mercado.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Cid, D. A. (24 de septiembre de 2010). Levantamiento de requerimientos "Jazmin". (A. Monterrosas Fuentes, Entrevistador).
- [2] Piñeiro, C. (2006). Gestión de la Información en Producción Porcina. Vº Congreso de Producción Porcina del Mercosur.
- [3] José M. Panzano, Josep Barceló, Enric Marco, Miquel Collell. (2007). 3tres3.com. Obtenido de <http://www.3tres3.com>
- [4] Software, A. (2000 - 2011). agritecsoft.com. Recuperado el 14 de julio de 2011, de: <http://www.agritecsoft.com/kb/sp/por/index.htm?1000.htm>
- [5] SIS-PRO-INC. (2006). [www.sisproinc.com](http://www.sisproinc.com). Recuperado el 14 de julio de 2011, de: <http://www.sisproinc.com/PIGCHAMP%20CARE>

%203000%20BROCHURE%20%282%29.pdf

- [6] Corrales, W. (2008). [cerdospro.com](http://cerdospro.com). Recuperado el 14 de julio de 2011, de <http://www.cerdospro.com/?software=spartacus>
- [7] Montilva C., J. A. (mayo de 2007). Modelado de Negocios: Del espacio del problema al espacio de la solución. Mérida, Venezuela.
- [8] Ivar Jacobson, G. B. (2000). El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Madrid: Addison Wesley.
- [9] Zbigniew Michalewicz, M. S. (2007). Adaptive Business Intelligence. Australia: Springer.
- [10] Daniel R. Windle, L. R. (2002). Software Requirements Using the Unified Process: A Practical Approach. Prentice Hall.
- [11] SAGARPA. 2004. Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CIAD, A.C. Unidad de Hermosillo.

# Metodología Híbrida para Desarrollo de Software en México. CICIC 2012

**Eréndira M Jiménez-Hernández**

Tecnología de Software y Bases de Datos, Centro de Investigación en Computación (CIC), IPN.  
Ciudad de México, C.P. 07738, México

y

**Sandra D Orantes-Jiménez**

Tecnología de Software y Bases de Datos, Centro de Investigación en Computación (CIC), IPN.  
Ciudad de México, C.P. 07738, México

## RESUMEN

*En este artículo se presenta una metodología para desarrollo de software basada en la nueva tendencia en el área de Ingeniería de Software: las metodologías híbridas.*

*La metodología que se propone, fue diseñada a partir de un estudio realizado con las empresas mexicanas dedicadas a desarrollar software.*

**Palabras clave:** Ingeniería de Software, Metodologías Ágiles, Metodologías Híbridas, Metodología Propuesta, Metodologías Tradicionales.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen muchas metodologías para el desarrollo de software, las cuales se engloban en dos grandes categorías: las metodologías tradicionales y las metodologías ágiles.

Las metodologías tradicionales propician las buenas prácticas que existen dentro de la Ingeniería de Software; sin embargo, requieren de mucha disciplina para seguir con el riguroso proceso que éstas conllevan [1].

Por otro lado, las metodologías ágiles presentan respuestas rápidas al cambio y son flexibles, aunque generan poca documentación y no hacen uso de métodos formales.

En este artículo se propone una metodología para desarrollo de proyectos de software basada en la nueva tendencia en el área de Ingeniería de Software: las metodologías híbridas.

Las metodologías híbridas incorporan algunas prácticas existentes dentro de las metodologías tradicionales y ágiles, proporcionando así una gran ventaja.

Para crear la metodología que se propone, el primer paso consistió en investigar la factibilidad de utilizar una metodología híbrida en el contexto actual de las empresas desarrolladoras de software en México.

Una vez que se comprobó por medio de un estudio la viabilidad, se diseñó la metodología, la cual considera las necesidades de dichas empresas y combina algunas prácticas existentes dentro de las metodologías RUP (*Rational Unified Process*, Proceso Unificado de Rational) [2], XP (*eXtreme Programming*, Programación Extrema) [3] y Scrum [4].

La metodología que se propone, se creó para ayudar a las empresas mexicanas; por lo que se consideró a México como caso de estudio.

Sin embargo, esta metodología puede ser utilizada en empresas de otros países.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, la palabra *metodología* es un conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal [5].

Retomando la definición anterior, en el área de Ingeniería de Software, el término *metodología* [1] se ha adecuado para referirse a un marco de trabajo empleado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo de sistemas computacionales.

Por lo que al utilizar una metodología para desarrollo de software se espera que ésta pueda proveer un conjunto de prácticas y herramientas que faciliten el proceso de desarrollo; ofreciendo un producto que satisfaga las expectativas del cliente, con alta calidad y seguro.

### 2.1. Metodologías Tradicionales

Algunos ejemplos de este tipo de metodologías son *Yourdon* [6], OMT (*Object Modeling Technique*, Técnica de Modelado de Objetos) [7], RUP, Métrica 3 [8], entre otras.

Las metodologías tradicionales contribuyeron positivamente al ser incrementales e iterativas; promovieron la asignación de roles dentro del equipo de desarrollo, facilitaron la división del sistema en varios subsistemas y fomentaron el reúso de componentes.

De manera general, las metodologías tradicionales consideraron la importancia de documentar el sistema, permitiendo así, entender, extender y mantener el software.

Sin embargo, tienen algunas desventajas, entre las cuales se puede señalar que se requiere de un alto grado de disciplina, no se tiene respuesta rápida a cambios, se genera documentación innecesaria y se invierte mucho tiempo en el modelado del sistema. Además estas metodologías tienen un plan de proyecto muy riguroso. Por lo que de manera general, no consideran que el análisis, el diseño y la construcción son impredecibles la mayoría de las veces [9].

### 2.2. Metodologías Ágiles

El esquema propuesto por las metodologías tradicionales no resulta ser el más adecuado para muchos de los proyectos actuales en donde el entorno del sistema es muy cambiante y se

exige reducir drásticamente los tiempos de desarrollo. En este escenario nacieron las metodologías ágiles, que en esencia combinan una filosofía y un conjunto de directrices de desarrollo [10].

La filosofía busca la satisfacción del cliente y la entrega temprana del software incremental; equipos de proyectos pequeños y con alta motivación; métodos informales y un mínimo de productos de trabajo.

Las directrices de desarrollo resaltan la entrega sobre el análisis y el diseño, la comunicación activa y continúa entre los desarrolladores y los clientes.

Las metodologías ágiles, al igual que las metodologías tradicionales poseen ciertas ventajas y desventajas.

Algunas de las ventajas de las metodologías ágiles es que presentan respuestas rápidas y efectivas al cambio. Tienen un plan de proyecto flexible y una gran simplicidad de manera general en el desarrollo.

Sin embargo, las metodologías ágiles generan poca documentación y no hacen uso de métodos formales.

Algunas de las metodologías ágiles más conocidas son: *XP*, *Crystal* [11] y *Scrum*.

### 2.3. Metodologías Híbridas

Hay una gran diversidad de metodologías, aunque todas ellas caen dentro de alguna de las dos clasificaciones mencionadas: ágiles o tradicionales.

Sin embargo, existe una nueva categoría: las metodologías híbridas.

Las metodologías híbridas pretenden retomar las ventajas de las metodologías existentes, de tal forma que son una combinación de las mejores prácticas descritas en cada una de ellas.

Dentro las metodologías híbridas se puede mencionar a *EssUP* (*Essential Unified Process*, Proceso Esencial Unificado) [12] como la pionera.

**EssUP:** es una metodología creada por Ivar Jacobson en el 2010, basada en el Proceso Unificado (PU) [13], los métodos ágiles y la madurez de procesos.

EssUP es ágil porque no pretende imponer un proceso específico, además toma en cuenta que es necesario tener flexibilidad y respuestas rápidas ante los cambios.

Sin embargo, EssUP menciona que es necesario documentar y modelar en UML [14], con lo cual retoma una importante característica de las metodologías tradicionales.

Por lo que, EssUP es una metodología híbrida, aunque conceptualmente, ya que en la práctica el equipo de desarrollo de software que pretenda utilizar esta metodología debe seleccionar el modelo de ciclo de vida de desarrollo de software que mejor se adapte a sus necesidades, asignar los roles que crean convenientes y seleccionar las mejores prácticas; con lo cual se presenta un gran problema si no se tiene la experiencia y el conocimiento necesario para saber elegir las mejores prácticas dentro de la Ingeniería de Software y aplicarlas de manera adecuada en cada proyecto.

EssUP presenta una nueva tendencia en metodologías para desarrollo de software, ya que intenta retomar algunas ventajas de las metodologías tradicionales y de las ágiles, convirtiéndola en la primera metodología híbrida.

## 3. CASO DE ESTUDIO

En México, más del 50% de las empresas dedicadas al desarrollo de software son candidatas a utilizar una metodología híbrida. Por lo cual, las metodologías existentes al ser

tradicionales o ágiles, no se acoplan a las necesidades actuales de las empresas.

Así que, diseñar una metodología híbrida para que la puedan utilizar las empresas de desarrollo de software en México, es una buena opción para incrementar la productividad en dichas empresas.

Lo anterior se comprobó a través de un estudio realizado con las empresas de software en México.

Para realizar el estudio, se diseñó una encuesta con 19 preguntas, con respuestas de opción múltiple. Además se recurrió a los datos estadísticos de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Según INEGI [15], en el año 2010 se contabilizaron 9540 empresas en México dedicadas al desarrollo de software.

Por lo que, para calcular el tamaño de la muestra, se aplicó la encuesta a un grupo piloto de 20 empresas y se obtuvieron los valores estadísticos de  $p$  y  $q$  respectivamente, mismos que se utilizaron en la Ec. (1).

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq} \quad (1)$$

Donde:

- $n$  tamaño de la muestra
- $Z$  nivel de confianza
- $p$  variabilidad positiva
- $q$  variabilidad negativa
- $N$  tamaño de la población
- $E$  precisión o el error

Considerando que el nivel de confianza es del 95% y con una población de 9540 empresas, se obtuvo el tamaño de la muestra sustituyendo como en la Ec. (2):

$$n = \frac{(0.95)^2(0.40)(0.60)(9540)}{(9540)(0.05)^2 + (0.95)(0.40)(0.60)}$$

$$n = 85.86$$

$$n \approx 86 \quad (2)$$

De la lista de empresas dedicadas a desarrollar software en México que proporcionó INEGI, se seleccionaron aleatoriamente a 86 para aplicarles la encuesta.

Es importante mencionar que la selección de las empresas a las cuales se les aplicó la encuesta fue en forma aleatoria, que no todas las empresas señaladas por INEGI se pudieron encontrar y que tampoco no todas mostraron interés en participar, de tal manera que en ese caso fue sustituida en forma aleatoria por otra empresa hasta completar las 86 de la muestra.

Al analizar los datos, se encontró que el número de empresas que prefieren los tres tipos de metodologías se distribuyen de la siguiente manera:

| Tipo de metodología        | Número de empresas |
|----------------------------|--------------------|
| Metodologías Ágiles        | 22                 |
| Metodologías Híbridas      | 50                 |
| Metodologías Tradicionales | 14                 |
| TOTAL                      | 86                 |

De donde se puede observar que el número de empresas que prefieren metodologías híbridas es 50 y no híbrida es 36. Para determinar si una empresa tiene inclinación por usar una determinada metodología no se hizo con una sola pregunta, sino considerando los valores de las preguntas que distinguen a dicha metodología. En las preguntas donde era permitido responder más de una opción, se sumó la puntuación y se dividió entre el número de respuestas contestadas de una determinada pregunta para encontrar el promedio. La prueba de hipótesis se muestra a continuación:

$H_0: p_1 \geq 0.50$

$H_1: p_1 < 0.50$

$$\frac{z_\alpha}{2} = \frac{z_{0.05}}{2} = z_{0.025} = -1.96$$

Donde:

$p_1$ : Proporción de empresas desarrolladoras de software con una inclinación hacia metodologías híbridas

La interpretación de las hipótesis es la siguiente:

$H_0$ : El 50% o más de las empresas desarrolladoras de software tienen una inclinación hacia el uso de metodologías híbridas.

$H_1$ : Menos del 50% de las empresas desarrolladoras de software tienen una inclinación hacia el uso de metodologías híbridas.

El estadístico de prueba es:

$$z = \frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} \quad (3)$$

Donde:

$z$  estadístico de prueba

$\hat{p}$  proporción de la muestra que tiene inclinación hacia el uso de metodologías híbridas

$p$  proporción de la población = 0.50

$n$  tamaño de la muestra

Sustituyendo los valores correspondientes se puede ver la Ec. (4):

$$z = \frac{\left(\frac{50}{86}\right) - 0.50}{\sqrt{\frac{0.50(1-0.50)}{86}}} = 1.5096 \quad (4)$$

La información obtenida en el estudio tiene una distribución normal, de tal manera que con un nivel de significancia (o error) del 5% el área de rechazo o no rechazo de la hipótesis nula  $H_0$  es como se muestra en la siguiente figura:

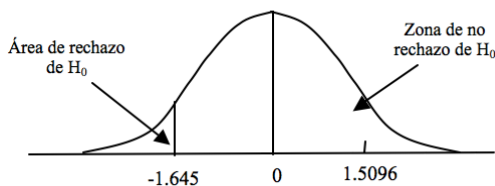


Figura 1. Área bajo la curva de la distribución normal

NOTA: El valor del área bajo la curva normal (-1.645) se obtuvo de tablas estadísticas [16]

Se puede observar en la Figura 1 que el estadístico de prueba cae en la zona de no rechazo, por lo tanto no se rechaza  $H_0$  y se dice que:

*“El 50% o más de las empresas desarrolladoras de software tiene una inclinación hacia el uso de metodologías híbridas”.*

Para corroborar la prueba de hipótesis se realizó un intervalo de confianza con un nivel del 95%. Los límites de dicho intervalo se muestran a continuación en la Figura 2:

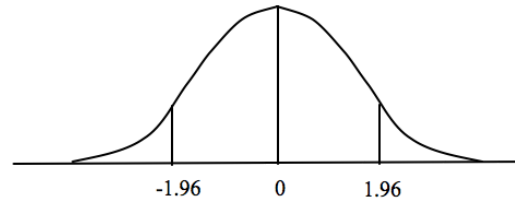


Figura 2. Intervalo de confianza

En donde:

$$\hat{p} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{pq}{n}} < p < \hat{p} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

$$\frac{50}{86} - 1.96 \sqrt{\frac{\left(\frac{50}{86}\right)\left(1 - \frac{50}{86}\right)}{86}} < p < \frac{50}{86} + 1.96 \sqrt{\frac{\left(\frac{50}{86}\right)\left(1 - \frac{50}{86}\right)}{86}}$$

$$0.4770 < p < 0.6855 \quad (5)$$

Lo cual implica que con un error del 5% la proporción de desarrolladores de software que prefieren metodologías híbridas se encuentran entre el 47.77% y el 68.5%, tal como se observa en la Ec. (5).

Mediante el estudio realizado con las empresas dedicadas al desarrollo de software se comprobó que dichas empresas tienen una inclinación y son candidatas a utilizar la nueva tendencia en el área de Ingeniería de Software: las metodologías híbridas.

Además, el estudio permitió encontrar información que sirvió para diseñar la metodología que se propone. A continuación se menciona de manera resumida dichos resultados adicionales:

- El 65% de las empresas tienen entre 1 y 5 años de antigüedad.
- El 79% de las empresas desarrollan aplicaciones Web.
- En el 67% de las empresas el tiempo de desarrollo de los proyectos oscila entre 2 y 6 meses.
- El 82% de las empresas tienen equipos conformados por a lo más 10 personas.
- El 73% de las empresas utilizan el Paradigma de Programación Orientado a Objetos.
- El 59% de las empresas invierten más del 50% del tiempo de desarrollo en la codificación.
- El 88% de las empresas realizan sólo pruebas de caja negra.
- Las metodologías más utilizadas son: XP (36%), RUP (26%) y Scrum (16%).
- El 67% de las empresas no utiliza estándares para aseguramiento y gestión de la calidad.
- El 52% de las empresas utilizan para modelar UML.

En este estudio, se puede ver que una metodología híbrida será de gran ayuda para las empresas desarrolladoras de Software de la República Mexicana, pero dadas las similitudes de México con los países latinoamericanos seguramente estos resultados se pueden extrapolar también para esos países, con las respectivas diferencias propias de cada una de esas naciones, empresas de desarrollo de software y grupos de trabajo.

## 4. METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología que se propone es una metodología híbrida para desarrollo de proyectos de software. Fue creada tomando en cuenta las necesidades actuales de las empresas mexicanas dedicadas al desarrollo de software. Esta metodología combina algunas prácticas existentes dentro de las metodologías RUP, XP y Scrum; por lo cual es un híbrido entre lo tradicional y lo ágil.

Para utilizar esta metodología basta saber:

- Los roles que deben de existir.
- Los principios metodológicos.
- El proceso de desarrollo.

### 4.1. Características de la Metodología

La metodología propuesta fue diseñada para desarrollar proyectos de software con las siguientes características:

- Proyectos de desarrollo de aplicaciones Web como *e-business* (*electronic-business*, negocio electrónico) [17], también *e-commerce* (*electronic-commerce*, comercio electrónico) [17].
- Proyectos que se desarrollen en un lapso de 2 a 6 meses.
- Equipos de desarrollo conformados a lo más por 10 integrantes (sin contar a los usuarios y al cliente).

### 4.2. Roles de la Metodología

En esta metodología se plantea que deben existir los siguientes roles o papeles dentro del equipo de desarrollo, véase Tabla 1:

Tabla 1. Roles

| ROL                               | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cliente</b>                    | Especifica los requerimientos y financia el proyecto de software.                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Líder del proyecto</b>         | Se encarga de negociar los proyectos, por lo que es el integrante del equipo de desarrollo que tiene más relación con el cliente/usuarios. Es además el intermediario entre el cliente y el administrador del proyecto. Debe de tener la habilidad de unir ideas, personas y recursos. Así como tener facilidad para la toma de decisiones. |
| <b>Administrador del proyecto</b> | Se encarga de coordinar a los programadores, al probador y al documentador. Además organiza las reuniones necesarias para analizar los requerimientos, realizar el diseño, el plan de proyecto y las pruebas.                                                                                                                               |
| <b>Programador</b>                | Son los responsables de codificar el diseño.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Probador</b>                   | Su función consiste en verificar que se realizan las actividades de manera adecuada en cada fase del proceso de desarrollo de software. Además deberá cumplir con la tarea de asegurar la calidad, haciendo uso del Ciclo y los 14 Principios de Deming [18].                                                                               |
| <b>Documentador</b>               | Su función principal es generar los documentos que respalden y documenten lo que se va generando a lo largo del proceso de software. Ayuda en la elaboración de los rotafolios.                                                                                                                                                             |
| <b>Usuarios finales</b>           | Son las personas que interactúan con el software una vez que se libera para su uso productivo.                                                                                                                                                                                                                                              |

En esta metodología se retoma una importante característica de las metodologías ágiles al incluir a los usuarios finales y al cliente como parte del equipo de desarrollo.

### 4.3. Principios Metodológicos

Para poder utilizar adecuadamente la metodología se deben conocer los siguientes principios metodológicos:

- Hacer uso de papel rotafolio.
- Realizar lluvias de ideas durante las juntas.
- Hacer uso del Ciclo de Deming para la Gestión de Riesgos durante todo el proceso de desarrollo.
- Considerar los 14 Principios de Calidad de Deming, para garantizar calidad en el proceso y en el producto de software.

Por lo que con dichos principios se guían las actividades dentro del proceso de desarrollo de esta metodología.

### 4.4. Proceso de Desarrollo

Como se puede apreciar en la Figura 3, la metodología tiene 4 etapas, las cuales se describirán más adelante:

1. Planteamiento
2. Preparación
3. Construcción
4. Implantación



Figura 3. Proceso de desarrollo

**Planteamiento.** En esta etapa se deben cumplir los siguientes objetivos:

- Definir los requerimientos del proyecto que se va a desarrollar
- Realizar la estimación de costos de tiempo, de recursos (tanto materiales como humanos) y monetario. Se sugiere hacer uso de métodos de estimación como Puntos de Función y/o COCOMOII.
- Elaborar, pactar y firmar un contrato que estipule los costos y los requerimientos, así como penalizaciones y otros aspectos legales.
- Elaborar un plan general del proyecto. El primer paso para crear el plan general, consiste en calcular el tiempo que se tendrá para llevar a cabo cada una de las 4 fases. Después se debe realizar una lista de actividades, así como asignarle la precedencia a cada una.

En esta etapa, se puede hacer uso de una serie de ciclos, considerando que el software tiene una naturaleza evolutiva; estos ciclos servirán para pactar acuerdos entre los involucrados.

**Preparación.** En esta etapa se deben establecer las tareas y responsabilidades entre los miembros del equipo. Por lo que esta etapa se resume en la realización del análisis y el diseño a través de algunas iteraciones si se requieren, es decir a

través de varias juntas en donde el líder de proyecto, el administrador del proyecto, los programadores, el probador y el documentador colaboren con su experiencia y sus ideas para poder llevar a cabo los objetivos de esta fase.

En esta etapa se deben realizar los diagramas de Entidad-Relación (en caso de ser necesarios), los diagramas de interfaz, los diagramas de navegación y los diagramas de UML que se requieran. Los diagramas deberán estar pegados en un lugar visible para todos, para agilizar la comunicación.

También deben seleccionarse los lenguajes de programación y las tecnologías Web (como JSP, PHP, ASP).

**Construcción.** En esta etapa se lleva a cabo la codificación del diseño que se planteó en la fase de preparación. Además se hará uso de algunas prácticas propuestas en otras metodologías como:

- Juntas semanales de 1 hora. Estas juntas permitirán generar un ciclo de comunicación en esta etapa; de tal manera, que se puedan identificar avances y problemas.
- Programación en parejas. La programación en parejas se llevará a cabo, tal como lo propone XP. Con la finalidad de agilizar la codificación, pero esto se aplicará cuando se tenga poco tiempo para desarrollar la aplicación y se pueda contar con los recursos necesarios.

**Implantación.** En esta etapa se instala el software de manera operativa y se llevan a cabo las pruebas finales con los usuarios a través de una serie de retroalimentaciones.

## 5. CONCLUSIONES

Las metodologías de desarrollo de software han ido evolucionando a medida que los paradigmas de programación también lo han hecho, de tal manera que se acoplaron a ellos tratando de ajustarse a las nuevas necesidades.

Dichas metodologías han proporcionando herramientas y prácticas que ayudan en el proceso de desarrollo de software.

Pero a pesar de la evolución que han tenido no existe una metodología que se aplique para todos los tipos de proyecto de software, por lo cual es necesario investigar cuáles son las necesidades reales del ámbito donde se desea implementar una determinada metodología. Así como tomar en cuenta las prácticas de las metodologías existentes para poder seleccionar las que mejor convengan.

Se puede observar en los resultados de la investigación, que las empresas que se dedican a desarrollar software en México no solamente son candidatas para usar metodologías híbridas, sino que seguramente obtendrán mejores resultados al desarrollar software con una metodología híbrida.

Por lo que esta metodología ayudará a estas empresas a mejorar la calidad de sus productos de software a menor costo y con un tiempo de desarrollo menor.

La metodología será de gran ayuda para las empresas desarrolladoras de Software de la República Mexicana, pero dadas las similitudes de México con los países latinoamericanos seguramente estos resultados se pueden extrapolar también para esos países, con las respectivas diferencias propias de cada una de esas naciones, empresas de desarrollo de software y grupos de trabajo.

La metodología se pretende implantar en algunas empresas mexicanas dedicadas a desarrollar software, esto permitirá probar la metodología, para hacer las adecuaciones necesarias. Además, se tiene contemplado terminar la codificación de la herramienta que servirá de apoyo a la gestión del proyecto al proporcionar la automatización de los elementos que se

mencionan en el proceso de desarrollo de la metodología, como los diagramas de UML, el contrato, el plan de proyecto, etc.

Esta investigación muestra que es factible utilizar una metodología híbrida como la presente metodología para desarrollar software en México. Además, proporciona información que puede ser empleada para otras investigaciones relacionadas con el área de Ingeniería de Software en México.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Pressman, Roger. "Software Engineering: a practitioner's approach" (6th ed.). McGraw Hill. 2005
- [2] IBM, "IBM Rational Unified Process (RUP)". Extraído el 18 de Septiembre del 2011, de <http://www-01.ibm.com/software/awdtools/rup/>
- [3] Beck, Kent. "Extreme programming (XP): a gentle introduction". Extraído el 3 de Octubre del 2011, de <http://www.extremeprogramming.org/>
- [4] Scrum group. "Scrum". Extraído el 2 de Octubre del 2011, de <http://www.scrum.org/>
- [5] Real Academia Española. "Metodología". Extraído el 8 de Octubre del 2011, de <http://www.rae.es/rae.html>
- [6] Yourdon, Edward. "Techniques of Program Structure and Design". Prentice Hall. 1976
- [7] Rumbaugh et al. "Object-Oriented Modeling and Design". Prentice-Hall. 1990
- [8] Ministerio de Presidencia de España. "Métrica v.3". Extraído el 8 de Octubre del 2011, de [http://administracionelectronica.gob.es/?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=P60085901274201580632&langPae=es](http://administracionelectronica.gob.es/?_nfpb=true&_pageLabel=P60085901274201580632&langPae=es)
- [9] Sommerville, Ian. "Software Engineering" (7th ed). Prentice Hall. 2009
- [10] Braude, Eric. "Ingeniería de Software. Una perspectiva orientada a objetos". Alfaomega. 2000
- [11] Cockburn, Alistar. "Crystal Clear: a human-powered methodology for small teams". Addison-Wesley Professional. 2004
- [12] Jacobson, Ivar. "The Essential Unified Process (EssUP)". Extraído el 5 de Septiembre del 2011, de [http://www.ivarjacobson.com/process\\_improvement\\_technology/essential\\_unified\\_process\\_software/](http://www.ivarjacobson.com/process_improvement_technology/essential_unified_process_software/)
- [13] Jacobson, Ivar. "The Unified Process Lifecycle Practice". Extraído el 2 de Septiembre del 2011, de [http://www.ivarjacobson.com/Unified\\_Process\\_Lifecycle.aspx](http://www.ivarjacobson.com/Unified_Process_Lifecycle.aspx)
- [14] Object Management Group. "UML". Extraído el 14 de Septiembre del 2011, de <http://www.uml.org>
- [15] INEGI. "Estadística". Extraído el 14 de Febrero del 2011, de <http://www.inegi.org.mx>
- [16] Walpole, Ronald. "Probabilidad y Estadística para Ingenieros" (6th ed). Prentice Hall. 2000
- [17] Ramirez, Willy. "E-commerce & E-Business". Extraído el 24 de Septiembre del 2011, de <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/E-COMMERCE%20&%20EBUSINESS.htm>
- [18] Deming, Edwards. "The Deming System". Extraído el 14 de Septiembre del 2011, de <http://deming.org/>

# Utilización de Ontologías de Ingeniería del Software para la Evaluación de la Calidad en Entornos Virtuales de Aprendizaje

Clifton E. Clunie B.

Programa de Maestría en TIC's, Universidad Tecnológica de Panamá  
Panamá, Apartado 0819-07289, El Dorado, Panamá

y

Lilliam N. Robinson O.

Programa de Maestría en TIC's, Universidad Tecnológica de Panamá  
Panamá, Apartado 0819-07289, El Dorado, Panamá

## RESUMEN

La modalidad virtual contribuye a la formación de profesionales con calificaciones múltiples, poniendo especial énfasis en el trabajo en equipo y en la capacidad de aprender a aprender, además de estimular al ciudadano a adaptarse a situaciones de cambio. A través de la estandarización, elemento clave en la ingeniería de software y la medición del software se propone la definición de un modelo conceptual cualitativo-cuantitativo, con un componente ontológico, para la evaluación de la eficacia de la formación en entornos virtuales de aprendizaje.

**Palabras Claves:** e-learning, medición, métricas, ontologías, estandarización, calidad de software

## 1. INTRODUCCIÓN

La formación a lo largo de la vida propicia conexiones deseables entre el campo educativo y el campo laboral, que demandarán inéditas herramientas pedagógicas, generando fuertes impactos, tanto sobre los métodos de enseñanza como sobre la organización de los ambientes de trabajo. El e-learning abre interesantes oportunidades de desarrollo y plantea retos que hay que resolver. Por un lado, nos permite anticipar cómo va a ser el acceso a la formación en el futuro y, por otro, nos obliga a cuestionar la *calidad* de las propuestas que ofrece el mercado. Para ello, es necesario contar con un *marco de investigación sólido* que garantice el rigor metodológico y científico.

Usualmente consideramos indicadores de calidad utilizados por las organizaciones como indicadores de calidad en e-learning. Esto se debe a que aún no existe un sistema de evaluación suficientemente robusto y completo basado en normas de calidad y desempeño para la formación en ambientes virtuales de aprendizaje. Sin embargo, tenemos, por ejemplo, las normas ISO 9000, el Modelo EFQM de Excelencia y estándares internacionales del aprendizaje en línea con la ISO/IEC JTC1/SC36 descritos en [1] y otros autores, que nos ofrecen un excelente marco de referencia teórica. En vista de la utilización de conceptos de calidad en ingeniería del software es necesario definir un formalismo para la representación de ontologías de medición de software particularizadas para el caso de una solución e-learning.

Los argumentos presentados, definitivamente, justifican de manera categórica la necesidad de definir un método de evaluación que caracterice y evalúe de manera adecuada la mayor cantidad de escenarios que influyen en el proceso de formación en entornos virtuales de aprendizaje utilizando ontologías de medición de ingeniería del software.

## 2. CALIDAD EN EL CONTEXTO DE FORMACIÓN EN ENTORNOS VIRTUALES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

En las instituciones educativas de nivel superior se mantiene un debate permanente sobre la calidad de las experiencias y la formación en entornos virtuales de enseñanza aprendizaje.

De acuerdo a [2] el desarrollo de la calidad e-learning es utilizado en áreas de formación e instituciones educativas, la calidad debe ser

integrada en el proceso de desarrollo en lugar de ser aplicada después del desarrollo del producto. Los enfoques de calidad varían de acuerdo al alcance y objetivo previsto tomando en cuenta: excelencia, aptitud para el propósito, conformidad, rendimiento, satisfacción de usuario, estandarización e innovación.

Basado en los trabajos descritos en [3], la calidad en el contexto de educación virtual es la efectiva adquisición de una serie de competencias, habilidades, conocimientos y destrezas por parte de un conjunto de alumnos, mediante el contenido de aprendizaje adecuados, impartidos a través de un ambiente virtual eficiente y con el apoyo de una red de servicios añadidos, cuyo proceso, desde la identificación de las necesidades, el desarrollo y evaluación de los contenidos, hasta la adquisición de las competencias y el análisis de la intervención formativa en conjunto, está garantizado por un riguroso proceso de evaluación y seguimiento, monitoreado por un equipo humano que ejerce una labor tutorial integral durante todo el proceso de formación del alumno.

A partir de esta definición varios aspectos pueden ser identificados: la calidad como un concepto multidimensional que involucra variables tales como tecnología, formación, pedagogía, andragogía, contenidos. La experiencia de la educación virtual en materia de construcción de soluciones, indican que muchas de ellas han sido generadas de forma racional y rigurosa y que han movilizad recursos económicos importantes. Sin embargo, desafortunadamente, estos esfuerzos no han conseguido satisfacer a sus diferentes usuarios y muchas estas organizaciones se ven obligadas a revisar sus proyectos.

### 3. CONCEPTUALIZACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN

La tarea de evaluación de los entornos virtuales de aprendizaje se desarrolla a través de diseños modulares denominados modelos. Para [4] es percibido como un camino por el transitar agradablemente hacia la meta. La estructuración de un modelo implica la selección del método a utilizar en la labor, las técnicas a aplicar, los instrumentos a utilizar y, por supuesto, la presentación de los resultados obtenidos. Desde estas perspectivas, en el

plano educativo, hemos propuesto el siguiente modelo de evaluación (Figura 1).

#### 3.1 Ontología de Medición

La medición de la eficacia de la formación en entornos virtuales de aprendizaje, a través de la definición de métricas, representa el objetivo terminal en el momento de operacionalizar el modelo conceptual propuesto.

Utilizando el método de representación REFSENO[5] se puede representar el conocimiento del dominio e-learning como un producto software y por instancias se los conceptos del conocimiento de contexto específico. REFSENO fue desarrollado específicamente para la ingeniería del software y permite varias representaciones para el conocimiento de la ingeniería de software. Presenta una terminología clara, distinguiendo entre el conocimiento conceptual y contexto específico, permitiendo así la gestión del conocimiento desde diferentes contextos.

Para los efectos del modelo cuali-cuantitativo y en vista de la diversidad de conceptos que se trabajan en ingeniería de software a nivel de proceso, producto y calidad en uso, la ontología de medición para calidad en e-learning en tres grandes subgrupos de ontologías: *ontologías de la medición de la calidad del proceso*, *ontología de la medición de la calidad del producto* y *ontología de medición de la calidad en uso*. Cada una de estos subgrupos presenta 4 sub-ontologías, basadas en el modelo de evaluación de calidad propuesto por [6] y [7] identificando, objetivos de la medición, medidas del producto, procesos de medición y medición.

Para satisfacer las necesidades del usuario, brindando calidad en entornos e-learning, se prevé implementar para el desarrollo de las ontologías de medición, las normas de calidad ISO 14598:2001, la cual corresponden a las normas de evaluación de producto y medición de software respectivamente.

En la Tabla-1, se muestra se describe la especificación de la sub – ontología que contiene el dominio modelado.

| Concepto            | Valor                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dominio             | Modelo Conceptual Cualitativo-Cuantitativo                                                                                                                                                                                                |
| Autores             | Dr. Clifton Clunie, Licda. Lilliam Robinson<br>Universidad Tecnológica de Panamá                                                                                                                                                          |
| Propósito           | Proveer la representación ontológica para el modelo presentado en la figura 1, haciendo uso de diversos estándares y normas de calidad utilizadas en el entorno virtuales de aprendizaje.                                                 |
| Nivel de Formalidad | Semi-Formal (diagramas de clases UML y tablas de REFSENO).                                                                                                                                                                                |
| Alcance             | <b>Lista de concepto:</b><br>Sub-ontología de del Modelo Cualitativo – Cuantitativo.<br><b>Lista de instancias:</b> Comunicación, Sistema de Información, Especialista en Pedagogía, Psicología, Especialista en Contenido, Curso Online. |

**Tabla 1.** Requisitos para el desarrollo de la ontología de Modelo Conceptual Cuantitativo-Cualitativo.

### 3.2 Representación del Modelo de Evaluación

El proceso de desarrollo y el uso de soluciones para la formación en entornos virtuales de aprendizaje deben realizarse de una forma organizada y disciplinada. Para que esto sea viable, y podamos asegurar un adecuado control de calidad durante el proceso de desarrollo y se garantice la calidad del

producto final, es necesaria la aplicación de un modelo de evaluación de la calidad que considere aspectos cualitativos y cuantitativos observando la calidad en tres momentos diferentes: *calidad del proceso*, *calidad del producto* y *calidad en uso* como se indica en la Figura 1.

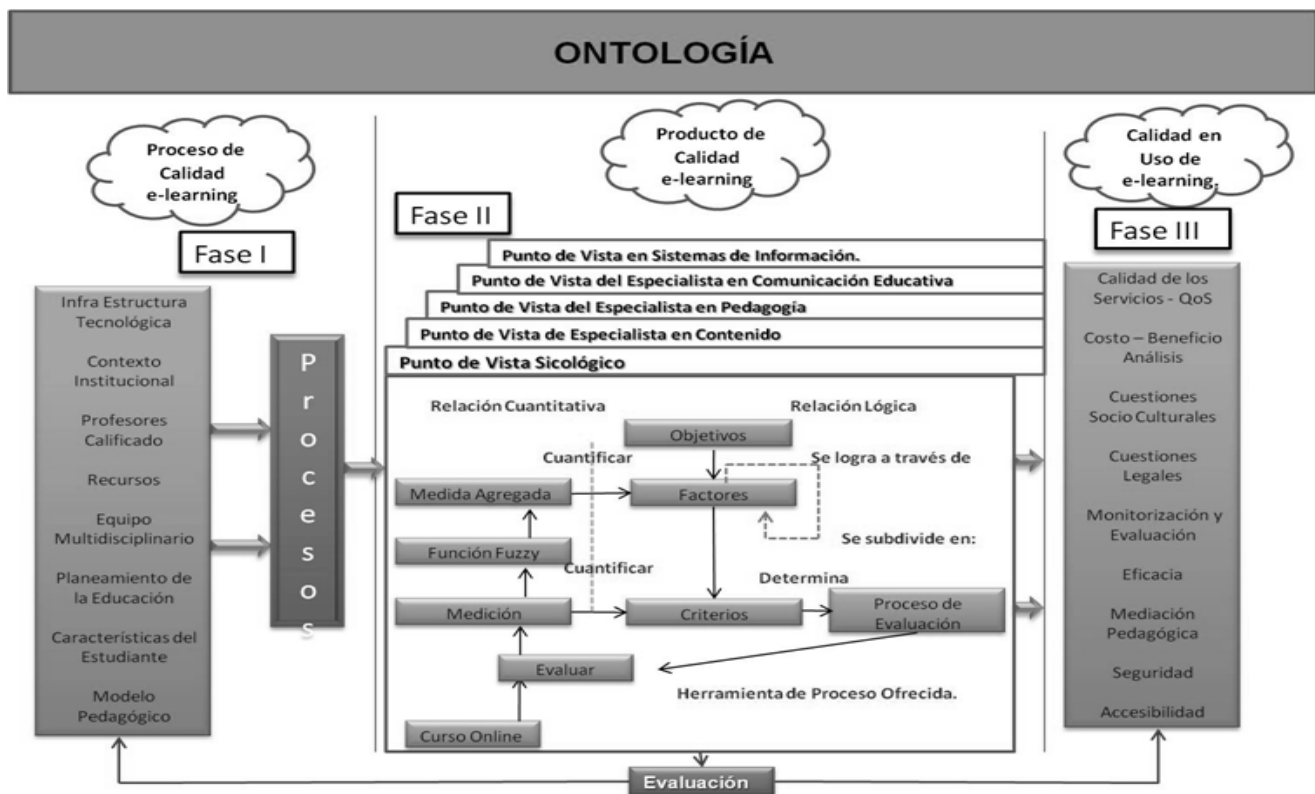


Figura 1: Modelo Conceptual Cualitativo - Cuantitativo

**3.2.1 Fase I: Calidad del Proceso:** La calidad del proceso se realiza a través de un conjunto de variables que son determinadas en función de actividades previas, discusión de ideas y el diagnóstico de las necesidades educativas considerando todo su ámbito. Para el tratamiento de estos elementos consideramos algunas normativas y estándares tales como: SCORM, e IMS, la Metodología para el Análisis de la calidad de la formación abierta y a distancia MECA-ODL y la Norma ISO /IEC 19796-1 basada en el Marco de Referencia para la Descripción de Calidad (RFDQ, *Reference Framework for the Description of Quality Approaches*) para el aseguramiento de la calidad del proceso.

**3.2.2 Fase II: Calidad del Producto:** Tal como indica el marco conceptual, la calidad de un proceso de una solución e-learning, incide directamente en la calidad del producto cuya valoración debe ser observada considerando cinco visiones de especialidad: psicología, contenido, pedagogía/andragogía, comunicación educativa e informática.

Basado en los trabajos descritos en [1],[6],[8], es posible definir un conjunto de atributos de calidad para soluciones de educación virtual. La organización y discusión de los atributos es realizada de acuerdo al modelo de evaluación de la calidad propuesto, el cual se basa en los siguientes conceptos:

- **Objetivos de calidad:** Son las propiedades generales que la solución e-learning debe poseer.
- **Factores de calidad:** Son las propiedades que determinan la calidad de la solución e-learning desde el punto de vista de los diferentes usuarios.
- **Criterios de calidad:** Son los atributos primitivos posibles de ser evaluados.
- **Procesos de evaluación:** Determinan las actividades y los instrumentos que serán utilizados para medir el grado de presencia de determinado criterio, en la solución e-learning.
- **Medidas:** Indican el grado de presencia que tiene un determinado criterio en la solución e-learning.
- **Función Fuzzy:** Relaciona los atributos de calidad primitivos o agregados, a través de un conjunto de términos lingüísticos.

- **Medidas agregadas:** Son el resultado de la agregación de las medidas obtenidas en la evaluación, de acuerdo con los criterios que cuantifican los factores. Los objetivos de calidad son alcanzados a través de los factores de calidad, que pueden estar compuestos por otros factores y son evaluados a través de criterios. Los criterios definen los atributos de calidad para los factores. Medidas son valores resultantes de la evaluación del producto e-learning de acuerdo a un criterio específico.

**3.2.3 Fase III: Calidad en Uso:** La calidad del producto contribuye a mejorar la calidad en uso de la solución e-learning, que dependerá de un conjunto de factores tales como: calidad del servicio, aspectos socio-culturales, accesibilidad, satisfacción, seguridad, efectividad, mediación pedagógica, aspectos legales, entre otros. Evaluando y mejorando los procesos de desarrollo, mejoramos la calidad de la solución e-learning; de la misma manera, cuando evaluamos la solución e-learning en su fase de utilización, a través de los indicadores resultantes, obtenemos una retroalimentación que nos permite mejorar la propia solución, así como también su propio proceso de desarrollo. En este sentido, requerimos de procesos de evaluación de calidad apropiados, que soporten la actividad de medición durante las fases de especificación, desarrollo, mantenimiento y utilización de la solución e-learning.

**3.3 Validación del Modelo:** Una metodología de validación del modelo ha sido definida donde se identifican fases para su implementación. Una guía de evaluación, constituida por un conjunto de instrumentos, fundamentada en la estructura del modelo propuesto ha sido definida. En ella, son identificados un conjunto de indicadores con sus correspondientes procesos de evaluación. Esto instrumentos sirven como insumo para la recoleta de informaciones en cada una de las fases. Además de ello, está en etapa de definición de experimentos que permiten recolectar datos a través de la herramienta MORAE.

Para la ejecución de esta actividad de validación se cuenta con el apoyo de UTPVirtual, dentro del Centro de Investigación de Tecnología de la Información y la Comunicación – CIDITIC de la Universidad Tecnológica de Panamá.

#### 4. CONCLUSION

En este trabajo ha sido presentada una propuesta de un modelo de evaluación de la eficacia de la formación en entornos virtuales de aprendizaje. Esta propuesta ha tenido influencia de trabajos realizados en el área de ontología de ingeniería del software y particularizado para el contexto educacional.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. M. Stracke, "Quality Development and Standards in e-Learning: Benefits and Guidelines for Implementations," 2009.
- [2] C. Dondi, M. Moretti, and F. Nascimbeni, "Quality of e-learning: Negotiating a strategy, implementing a policy," *Handbook on quality and standardisation in e-learning*, pp. 31-50, 2006.
- [3] J. Silvio, "Hacia una educación virtual de calidad, pero con equidad y pertinencia," *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 3, pp. 1-14, 2006.
- [4] M. Casanova. (2002). *Manual de Evaluación Educativa*.
- [5] C. Tautz and C. G. von Wangenheim, *REFSENO: A representation formalism for software engineering ontologies*: Fraunhofer-IESE, 1998.
- [6] A. R. C. Rocha, J. C. Maldonado, and K. C. Weber, *Qualidade de software*: Prentice-Hall- Brasil. , 2001.
- [7] M. Ferreira, F. García, F. Ruiz, M. F. Bertoa, C. Calero, A. Vallecillo, M. Piattini, and B. Mora, "Medición del Software Ontología y Metamodelo," *Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información, Castilla La Mancha*, 2006.
- [8] A. Belchior, "A Fuzzy Model to Software Quality Evaluation," *DSc Thesis, Department of Systems Engineering and Computer Science, Federal University of Rio de Janeiro, RJ (in Portuguese)*, 1997.

## MODELO FORMATIVO PARA LA ALFABETIZACIÓN AUDIOVISUAL

Elba M. MÉNDEZ CASANOVA

Doctora en Comunicación, Arte, Educación.

Profesora de la Facultad de Pedagogía, Universidad Veracruzana  
Poza Rica, Veracruz c.p 93248, México

Ma. de los Ángeles SILVA MAR

Candidata a Doctora en Gestión Ambiental para el Desarrollo

Profesora P.T.C de la Facultad de Pedagogía Universidad Veracruzana  
Poza Rica, Veracruz c.p 93270, México

Alejandro VERA PEDROZA

Doctor en Educación

Profesor P.T.C de la Facultad de Pedagogía Universidad Veracruzana  
Poza Rica, Veracruz c.p 93300, México

### RESUMEN

Actualmente existen herramientas tecnológicas primordiales dentro de la educación que proporcionan apoyo al proceso E-A. Los audiovisuales como el vídeo digital han permitido que el alumno deje de ser un agente receptor pasivo y pase a ser un alumno activo dentro del proceso de aprendizaje cuestionando de esta forma la información que recibe en la escuela. El vídeo digital permite muchas oportunidades favorables en el campo educativo, estos medios audiovisuales trabajados en conjunto y vinculados en el marco de los programas de la asignatura de Nuevas Tecnologías, plantean una nueva propuesta de trabajo con los alumnos de la Universidad Veracruzana, México; con el objetivo de validar un modelo formativo de alfabetización audiovisual con el apoyo del vídeo digital y corroborar si éste mejora el rendimiento en el aprendizaje de los estudiantes matriculados en estas asignatura. La investigación se basa en la perspectiva del paradigma positivista, haciendo uso del método cuasi-experimental (pretest-tratamiento-postest) con grupo único. Para ello se empleo el muestreo accidental o causal esto porque el plan de estudios (MEIF) de la licenciatura permite trabajar con alumnos de los diversos semestres y áreas

terminales, de esta manera la agrupación o conformación de los grupos se hace de manera natural.

**Palabras clave:** Vídeo Digital, Alfabetización Audiovisual, Aprendizaje, Modelo Formativo

### 1. INTRODUCCIÓN

Imagen, sonido, movimiento, juego, trabajo en equipo son herramientas primordiales dentro de la educación, estos elementos proporcionan apoyo en el proceso de aprendizaje. Los audiovisuales como el vídeo digital han permitido que el alumno deje de ser un agente receptor pasivo y pase a ser un alumno activo dentro del proceso de aprendizaje cuestionando de esta forma la información que recibe en la escuela.

El vídeo no precisamente era considerado como una herramienta didáctica, sino como un pasatiempo; sin embargo se ha demostrado que la utilización del vídeo en el campo educativo logra cumplir los fines y objetivos propuestos [1]. Pese a todo pronóstico, es posible encontrar en los hogares mexicanos tecnología digital, entre otras, y de manera personal, sistemas de grabación y reproducción de vídeos; los cuales han causado un revuelo reflejado en el

consumo de vídeos a través de medios como Internet, logrando también un impacto en el campo educativo.

El video ha invadido páginas, blogs y todo tipo de entornos en la red, de tal manera que compartir vídeos o comunicarse mediante vídeo es algo al alcance de todos. Estas formas de comunicación y estilos de aprendizaje requieren de una alfabetización audiovisual, es decir, el proceso de lectura de imágenes, gráficas, visuales, sonoras, audiovisuales, implica entonces, por un lado, el aprendizaje de los elementos que la conforman, y por el otro, da la posibilidad de que el receptor se convierta en emisor [2]. Estas formas de comunicación y estilos de aprendizaje requieren de una alfabetización audiovisual es decir el proceso de lectura de imágenes, gráficas, visuales, sonoras, audiovisuales, implicando el aprendizaje de los elementos que la conforman y dando posibilidad de que el receptor se convierta en emisor.

## **2. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

La universidad Veracruzana es una institución de educación superior pública y autónoma, con distintas sedes a los largo del Estado de Veracruz, en el año 2000 entra en vigor el Plan de Estudios el cual es considerado por las características que presenta como flexible, denominado Modelo Educativo Integral Flexible (MEIF). Es en esta institución, en la Facultad de Pedagogía, campus Poza Rica, México donde se llevó a cabo la presente investigación con los alumnos de 2° a 8° semestre, matriculados en la experiencia educativa de “Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación”, la cual forma parte del área de Nuevas Tecnologías de esta misma licenciatura.

## **3. FINES Y OBJETIVOS**

Nuestra sociedad cada día es bombardeada por la tecnología en las escuelas cada vez es más común el empleo de la tecnología sin embargo, la utilización que se le da no siempre es la adecuada, pese a que los estudiantes universitarios pasan el mayor número de sus horas de escuela frente al ordenador, esto no significa ni garantiza que estén aprovechando al máximo esta herramienta didáctica.

Actualmente se demanda a un sujeto alfabetizado audiovisualmente, toda vez que una persona analfabeta tecnológicamente queda al margen de la red comunicativa que ofertan los audiovisuales [3]. De aquí se deriva la urgente necesidad de planificar y poner en práctica programas y acciones formativas destinadas a facilitar el acceso a las nuevas tecnologías, que ayude a formar una población alfabetizada en el uso de las tecnologías digitales que pueda producir y consumir bienes digitales. Se trabajaron los siguientes objetivos:

- Validación de un modelo formativo de alfabetización audiovisual con apoyo del vídeo digital.
- Extraer patrones de empleo del video digital de los estudiantes de nivel superior en relación al aprendizaje.

## **4. METODOLOGÍA**

La investigación se llevó a cabo empleando el diseño pre-experimental: pretest-tratamiento-posttest con grupo único. Este diseño se aplicó para comprobar si las dimensiones fundamentales de la comunicación audiovisual se manifiestan en los estudiantes matriculados en la asignatura de Nuevas Tecnologías y a su vez indagar hasta qué punto el vídeo digital puede favorecer la alfabetización audiovisual en los estudiantes. En cuanto a la muestra, se ha empleado el Muestreo Accidental o Causal, o por Accesibilidad, por conveniencia de la misma; esto porque el plan de estudios (MEIF) de la licenciatura en pedagogía permite trabajar con alumnos de los diversos semestres y áreas terminales. Esta se apoya en el diseño de grupos no equivalentes, el optar por esta vía metodológica es por analizar relaciones de causalidad partiendo de grupos ya conformados de manera natural. El diseño pre-experimental aplicado es el de grupo único con medidas pretest-tratamiento-posttest por lo tanto no cuenta con un grupo control.

Antes de comenzar con el curso se realiza una evaluación del grado de alfabetización audiovisual en los alumnos de Tecnología Educativa de la licenciatura en Pedagogía de la Universidad

Veracruzana, campus Poza Rica; posteriormente se realiza el curso y, por último, se vuelve a evaluar la alfabetización audiovisual. Un incremento de la frecuencia de uso del vídeo digital haría pensar que con el curso se ha logrado el objetivo inicial

#### 4.1 Características de la muestra

La muestra en esta investigación la conforman los 134 alumnos de los cuatro subgrupos de la experiencia educativa de Nuevas Tecnologías de ambos sexos; pese a que los estudiantes (muestra) cursan la misma asignatura, las edades oscilan entre los 19 y 23 años, las áreas terminales a las que pertenecen son diversas y por consiguiente el semestre en el que están matriculados varía.

Esta investigación sienta sus bases teóricas en el constructivismo, hay que tener presente que todo aprendizaje constructivo supone una construcción que se realiza a través de un proceso mental que finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo [4].

Existen tres factores determinantes a la hora de aproximarnos al video digital desde el punto de vista de las teorías del aprendizaje: el diseño del mismo, el contexto de aprendizaje y el papel del sujeto ante el aprendizaje; transformando al alumno en el constructor de su propio aprendizaje.

Un audiovisual como en este caso el vídeo digital involucra, imagen, sonido y movimiento, para llegar a transmitir emociones, sensaciones e ideas en los usuarios, a nivel educativo es necesario el empleo de nuevas técnicas o instrumentos pedagógicos que nos permitan llegar a crear, desarrollar y utilizar los audiovisuales. Por su parte Joan Ferrés (2007) define a esta como la combinación de conocimientos, capacidades y actitudes que se consideran necesarias para determinar el desarrollo eficaz de estas competencias comunicativas, la cual supone en el individuo una competencia de comunicación audiovisual, que es la capacidad que tiene un individuo para interpretar y analizar desde la reflexión crítica las imágenes y los mensajes audiovisuales y para expresarse con una mínima corrección en el ámbito comunicativo.

La formación o alfabetización audiovisual de los alumnos y los usuarios, en consecuencia, requiere

no sólo desarrollar los conocimientos y habilidades tanto instrumentales como cognitivas en relación con la información vehiculada a través de nuevas tecnologías, sino también requerirá plantear y desarrollar valores y actitudes de naturaleza social y política con relación a estas.

#### 4.2 Instrumentos de Obtención de Información

En esta investigación se aplicó una prueba de rendimiento (cuestionario) la cual constó de 30 reactivos, el instrumento original fue elaborado por el Dr. Joan Ferrés Práts,[5] este instrumento fue modificado y adaptado de acuerdo a las características de la población considerada en esta investigación. Como característica principal, el instrumento está dividido en seis dimensiones, estas son: Estética, Lenguaje, Ideología y Valores, Producción y Programación, Recepción y Audiencia, Tecnología.

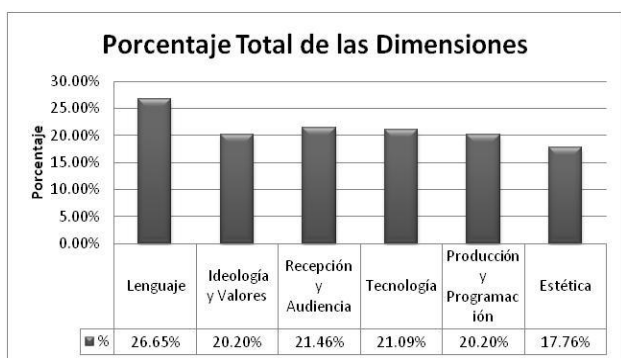
- Se partió de la elaboración de un modelo formativo en donde se tuvo a consideración lo siguiente:
- Revisión y selección de programas educativos,
- Análisis y Modificación de los programas,
- Primera aplicación de la prueba de rendimiento pretest, (encuesta de comunicación audiovisual),
- Segunda aplicación de la prueba de rendimiento según el horario de clase de cada subgrupo de alumnos (aplicación de postest).

En cuanto a las técnicas de análisis la estadística en este caso se optó por realizar un estudio cuantitativo utilizando una serie de programas en el ordenador los cuales pueden apoyar de manera oportuna y adecuada a esta etapa, es así que se optó por el empleo de programas informáticos creados específicamente para ello, uno de los más utilizados en el ámbito internacional es el SPSS.

## 5. RESULTADOS/CONCLUSIONES

Aplicar y validar un modelo formativo de alfabetización audiovisual con la ayuda del vídeo digital, tuvo la finalidad de detectar cuáles de las dimensiones de la comunicación audiovisual se establecían en los alumnos de nivel superior y favorecer el desarrollo de estas.

De la etapa del pretest, el porcentaje total de las dimensiones permite visualizar que de todas las dimensiones “Lenguaje” es la que sobresale del resto obteniendo un 26,65% en esta, de los indicadores que engloba esta dimensión la media más alta es para el indicador secuencia esto es porque al alumno de manera visual puede captar más información, recordemos que los distintos tipos de lenguaje, [6] gracias al desarrollo social y tecnológico de la comunicación, han apostado más por un lenguaje visual y audiovisual, mientras que las instituciones educativas siguen tratando de mantener una centralidad uniforme en el uso de un solo formato basado en la escritura. Es innegable que las nuevas generaciones afrontan un reto estimulante y complejo, donde las nuevas tecnologías en formato de pantalla están presentes en todos sus ámbitos vitales, desde el ocio y entretenimiento hasta en la escolaridad, por lo tanto, la evidencia visual le permite al usuario confiar más en lo que ve, ya que la imagen aparece como el paradigma de la claridad, de la verdad; que en lo que otros dicen. Obsérvese la siguiente gráfica

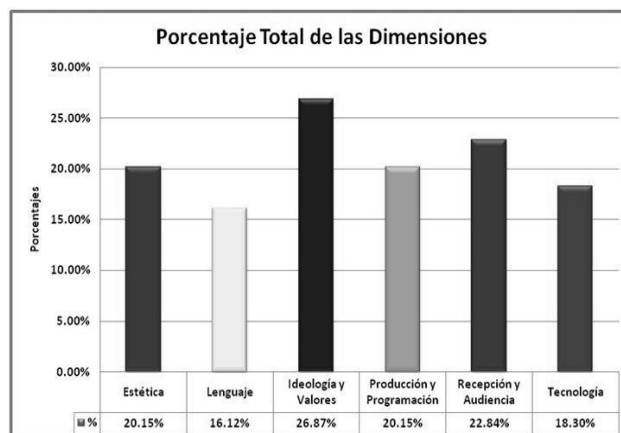


En el postest se puede apreciar que la dimensión lenguaje obtiene un 16,12%, en esta es factible que los alumnos aún no logren desarrollar del todo esta capacidad, el poder usar el lenguaje determinado en relación con la comunicación audiovisual para describir las imágenes vistas pese a que el alumno llega a realizar el análisis de manera adecuada, no le

es posible aún manejar la terminología que esto implica, para poderse comunicar de manera eficaz en el ámbito de lo audiovisual implica el mayor esfuerzo posible por parte del usuario, por lo tanto requiere de un conocimiento más profundo de las innovaciones tecnológicas utilizada en su entorno educativo.

Cabe destacar que la dimensión Ideología y Valores, en este caso, ha obtenido el porcentaje mayor, esto es un 26,87% en comparación con el resto de ellas, esto nos puede indicar que el usuario encuestado puede llegar a un análisis comparativo de lo que el audiovisual le proporciona, en este caso, y como se comentaba anteriormente, el alumno ha adquirido la capacidad de distinguir entre la realidad y la representación que los medios ofrecen de ella; así también el encuestado reconoce la necesidad de estar informado de la realidad recurriendo a diversos medios y a su vez, comparando y analizando la información obtenida de estos.

Recepción y Audiencia es otra de las dimensiones que destaca en un 22,84% en comparación con el resto, de acuerdo a esta dimensión el alumno muestra la capacidad de aclararse por qué le gustan más unas imágenes que otras y qué necesidades y deseos le satisfacen; también muestra la capacidad de valorar los efectos a partir de sus propias emociones, ideas y valores que se relacionan con los personajes, acciones y situaciones que le causan emociones positivas o negativas; también muestra haber adquirido capacidad para buscar información sobre los productos en diversos medios. Esto se muestra en la siguiente gráfica.



## 6. REFERENCIAS

- [1] Aparici, Roberto & García Mantilla Agustín (1986). Alfabetización audiovisual y enseñanza. En Aparici, R. & García, M (Eds.), *Lectura de imágenes* (pp. 9-13) Madrid: Ediciones de la Torre.
- [2] Bartolomé, Antonio. (1999). *Tecnología Educativa*. Madrid, España: Síntesis Educación.
- [3] Carretero, M. (1997). Desarrollo cognitivo y aprendizaje. En Carretero M (Ed.). *Constructivismo y educación* (pp. 39-71). México. Progreso.
- [4] Ferrés, Prats J. (2007) La competencia en comunicación audiovisual: dimensiones e indicadores. [Versión electrónica], *Comunicar*, año/vol. XV, número 029, Pp 100-107.
- [5] Moreira Area, Manuel (2002). Igualdad de oportunidades y nuevas tecnologías. Un modelo educativo para la alfabetización tecnológica [Versión electrónica] *Revista Educar*, pp. 55-65.
- [6] Pérez, Pérez Ramón. (2005). Alfabetización en la Comunicación Mediática: la narrativa digital. [Versión electrónica]. *Comunicar*, Revista Científica de Comunicación y Educación. No.25, pag. 167-175.

## EL COMERCIO ELECTRÓNICO Y SU IMPACTO EN LAS AGENCIAS ADUANALES QUE OPERAN EN EL PUERTO DE MANZANILLO EN MÉXICO.

M.F. OSCAR B. REYES REAL; M.C. AURELIO DENIZ GUIZAR; M.F. JESUS. O. SOSA RODRIGUEZ

DES: Facultad de Contabilidad y Administración; Escuela de Comercio Exterior  
Universidad de Colima, México.

Manzanillo, Colima, México, C.P. 28219 Avenida Elías Zamora Verduzco No. 69

**e-mail:** oscarreal@uacol.mx

adenizguizar@uacol.mx

otonielsosa@uacol.mx

<http://www.uacol.mx/docencia/facultades/comercioc/>

### RESUMEN

La presente investigación pretende demostrar la importancia de utilizar el comercio electrónico para lograr la competitividad de las agencias aduanales que operan en el puerto de Manzanillo, para ello se visitaron las 16 agencias aduanales que se encuentran registradas actualmente dentro de la Asociación de Agentes Aduanales del Puerto de Manzanillo, para ello se tiene como herramienta de medición la aplicación de un instrumento, la encuesta así como entrevistas, que permitan recopilar información y realizar el análisis de los datos pertinentes, el objetivo es demostrar que el uso del comercio electrónico es una herramienta básica que incrementa la competitividad en las agencias aduanales, esto debido a que, la falta de aplicación del comercio electrónico, posiciona a las empresas aduaneras en franca desventaja tanto para con sus clientes, como al momento de ofrecer servicios de calidad, debido a que la mayoría de los trámites y transacciones se realizan vía internet, en donde el comercio electrónico, es elemental en un mundo globalizado, en donde las transacciones de compra-venta de servicios se realizan de manera natural por medios electrónicos, siendo este medio el que permite obtener mayores ventajas competitivas en un mercado global, en el proceso se determinaron los aspectos principales que debe de tener o adoptar una empresa para ser competitiva; estos aspectos se conforman por la utilización de tecnologías, competitividad, cultura empresarial, cambios en la cultura empresarial y logística. Así mismo se realizó una evaluación de los grupos de factores competitivos con que cuentan las agencias aduanales en el puerto. La metodología empleada para la investigación será, explicativa ya que pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian, y descriptiva la cual comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la

naturaleza actual de los procesos y la composición o clasificación de ellos.

**PALABRAS CLAVES:** Comercio electrónico, competitividad, herramienta, empresas, clientes, servicios, calidad, mercado global.

### INTRODUCCION

La teoría de Michael Porter sostiene que existen cuatro atributos principales de una nación que moldean el contexto en el que las empresas locales compiten, y estos atributos promueven e impiden la creación de una ventaja competitiva, para ello se requiere de los siguientes factores como lo es la **estrategia empresarial** en ella se consideran las condiciones que rigen las compañías que se encuentran creadas, organizadas y dirigidas, así como la naturaleza de la rivalidad. La **dotación de factores:** la posición en cuanto a los factores de producción como la mano de obra calificada o la infraestructura necesaria para competir en una industria determinada. El **proceso Productivo:** La presencia o ausencia de industrias proveedoras que sean competitivas. Las **condiciones de la demanda:** La naturaleza de la demanda para el producto o servicio de una industria determinada. Porter señala estos cuatro atributos como los componentes del diamante. Afirma que las firmas serán más propensas a tener éxito en las industrias, o segmentos de las mismas, en las que el diamante sea más favorable. También asevera que el diamante es un sistema de refuerzo mutuo. El efecto de un atributo, depende del estado de los otros. Asimismo sostiene que dos variables adicionales pueden influir en el diamante de manera importante. Estos son: **Oportunidades:** Como una innovación importante, crea valores que pueden descongelar o darle nueva forma a la estructura de una industria. **Apoyos Institucionales:** Mediante las políticas que establezcan, puede disminuir o incrementar la ventaja. Por ejemplo, las regulaciones pueden alterar las condiciones de la

demanda, y las inversiones gubernamentales en el sector educativo pueden modificar la dotación de factores. Las oportunidades y el apoyo institucional conforman una fuerza competitiva, las cuales dependen unas de otras e interactúan con el resto de las fuerzas. El poder colectivo de las cinco fuerzas determina la capacidad de beneficio de un sector. Éste puede ser intenso en algunos sectores donde la rentabilidad que la empresa reciba sobre la inversión no sea muy grande y como en otros sectores donde existen rentabilidades elevadas. El fin es encontrar un posicionamiento de estas fuerzas o cambiarlas a favor de la empresa. La dinámica del diamante de Porter es en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj, empezando con la *estrategia empresarial*, la *dotación de factores*, el *proceso productivo* y por último las *condiciones de la demanda*. En la parte superior derecho se insertan las oportunidades, las cuales se entienden como situaciones fortuitas que ocurren en el medio en el cual se encuentra la empresa y que se convierten en alternativa de negocio si la empresa sabe detectar dichas situaciones podrá aprovechar de manera óptima estas oportunidades. En el lado izquierdo inferior están los apoyos institucionales conformados por las instituciones y organismos públicos y privados que apoyan en distintos aspectos a las empresas, desde la capacitación hasta el financiamiento y gestión para la prestación del servicio, la utilización de las tecnologías de información y la comercialización a través del comercio electrónico.

**Problema científico:** La falta de conocimiento de herramientas administrativas no permite a las agencias aduanales del puerto de Manzanillo Colima, a ser competitivas en entornos internacionales con la utilización del comercio electrónico.

**Objetivo General:** Implementar estrategias y herramientas que permitan a agencias aduanales con la utilización del comercio electrónico a incrementar su competitividad.

**Objeto del estudio: Teórico:** La competitividad a través del comercio electrónico. **Práctico:** Las agencias aduanales del puerto de Manzanillo, Colima, México.

#### Factor A. Estrategia Empresarial.

| Factor              | Ponderación | Empresa      |            | Competencia  |            | Competitividad ideal |            |
|---------------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|------------|
|                     |             | Calificación | Evaluación | Calificación | Evaluación | Calificación         | Evaluación |
| Plan Administrativo | .02.2       | 3            | .6         | 2            | .4         | 4                    | .8         |
| Plan de Oferta      | 0.22.1      | 4            | .4         | 2            | .2         | 4                    | .4         |
| Plan Operativo      | 0.10.4      | 4            | 1.6        | 3            | 1.2        | 4                    | 1.6        |
| Plan marketing      | 0.16.1      | 3            | .3         | 3            | .3         | 4                    | .4         |

#### Hipótesis de la Investigación

¿Es posible y viable mejorar los niveles de competitividad de las agencias aduanales del puerto de Manzanillo, Colima, a través del comercio electrónico?

#### DESARROLLO

Para plantear las alternativas se realizó un estudio que permitiera la evaluación de las agencias aduanales con la firme finalidad de diagnosticar si el entorno es competitivo y mediante el análisis de los resultados proporcionar estrategias que permitirán a los agentes aduanales analizados mantener, o mejorar el nivel de competitividad en que se encuentran mediante la utilización de tecnologías y el comercio electrónico. Se elaboró un instrumento mediante tablas, el cual tendría que ser contestado por un empresario de la agencia aduanal lo más objetivamente posible, dicho instrumento, permite conocer la situación actual de la empresa y la manera en la que considera que se encuentra su principal competencia. Este mecanismo es conocido como Perfil Competitivo y en él se plasma los factores más importantes de cada uno de las fuerzas competitivas que forman el Diamante de Porter.

Para la aplicación del instrumento, se eligieron las 18 agencias aduanales del Puerto de Manzanillo, que se encuentran registradas.

**Nota aclaratoria:** en las tablas siguientes se encuentran concentrados los resultados obtenidos en la investigación, se anexa en este artículo por efectos de espacio solo el resultado y un ejemplo de una empresa,

**EMPRESA:** Woodward Group International Logistic Services

#### Generalidades

La empresa Woodward brinda servicios logísticos en materia de comercio exterior. Es una empresa que cuenta con 107 colaboradores actualmente y se ubica en el Puerto de Manzanillo.

A continuación se muestra la evaluación y grafica de cada uno de los factores competitivos de la empresa en mención.

|                    |             |   |            |   |            |          |             |
|--------------------|-------------|---|------------|---|------------|----------|-------------|
| Plan de Financiero | 0.15.1      | 4 | .4         | 3 | .3         | 4        | .4          |
| Plan Normativo     | 0.17.1      | 4 | .4         | 3 | .3         | 4        | .4          |
| Suma               | <b>1.00</b> |   | <b>3.7</b> |   | <b>2.7</b> | <b>4</b> | <b>4.00</b> |

**Factor B. Prestación de Servicios.**

| Factor                                     | Ponderación | Empresa      |            | Competencia  |            | Competitividad ideal |            |
|--------------------------------------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|------------|
|                                            |             | Calificación | Evaluación | Calificación | Evaluación | Calificación         | Evaluación |
| Uso de Interne                             | 0.2         | 4            | 0.8        | 2            | 0.4        | 4                    | 0.8        |
| Transferencias Bancarias                   | 0.3         | 4            | 1.2        | 3            | 0.9        | 4                    | 1.2        |
| e- Marketing                               | 0.2         | 3            | 0.6        | 1            | 0.2        | 4                    | 0.8        |
| Atención personal a clientes y proveedores | 0.1         | 4            | 0.4        | 2            | 0.2        | 4                    | 0.4        |
| e- Business                                | 0.1         | 2            | 0.2        | 1            | 0.1        | 4                    | 0.4        |
| Video conferencias                         | 0.1         | 2            | 0.2        | 1            | 0.1        | 4                    | 0.4        |
| Suma                                       | <b>1</b>    |              | <b>3.4</b> |              | <b>1.9</b> |                      | <b>4</b>   |

**Factor C. Oferta del producto.**

| Factor                             | Ponderación | Empresa      |            | Competencia  |            | Competitividad ideal |            |
|------------------------------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|------------|
|                                    |             | Calificación | Evaluación | Calificación | Evaluación | Calificación         | Evaluación |
| Recursos Humanos                   | 0.2         | 2            | 0.4        | 4            | 0.8        | 4                    | 0.8        |
| certificaciones                    | 0.2         | 3            | 0.6        | 3            | 0.6        | 4                    | 0.8        |
| Tecnología y comercio electrónico  | 0.1         | 3            | 0.3        | 3            | 0.3        | 4                    | 0.4        |
| Administración de sistemas de inf. | 0.1         | 3            | 0.3        | 2            | 0.2        | 4                    | 0.4        |
| Licencia para programas            | 0.4         | 4            | 1.6        | 1            | 0.4        | 4                    | 1.6        |
| Suma                               | <b>1</b>    |              | <b>3.2</b> |              | <b>2.3</b> |                      | <b>4</b>   |

**Factor D. Condiciones de la demanda.**

| Factor                         | Ponderación | Empresa      |            | Competencia  |            | Competitividad ideal |            |
|--------------------------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|------------|
|                                |             | Calificación | Evaluación | Calificación | Evaluación | Calificación         | Evaluación |
| Estructura de mercado          | 0.1         | 4            | 0.4        | 2            | 0.2        | 4                    | 0.4        |
| Innovación tecnológica         | 0.1         | 4            | 0.4        | 2            | 0.2        | 4                    | 0.4        |
| Precios                        | 0.1         | 3            | 0.3        | 3            | 0.3        | 4                    | 0.4        |
| Prestación del servicio        | 0.4         | 4            | 1.6        | 3            | 1.2        | 4                    | 1.6        |
| Certificaciones y estándares   | 0.2         | 4            | 0.8        | 3            | 0.6        | 4                    | 0.8        |
| Tendencias y Expansión Mundial | 0.1         | 4            | 0.4        | 3            | 0.3        | 4                    | 0.4        |
| Suma                           | <b>1</b>    |              | <b>3.9</b> |              | <b>2.8</b> |                      | <b>4</b>   |

**Factor E. Oportunidades y Gobierno.**

| Factor                                           | Ponderación | Empresa      |            | Competencia  |            | Competitividad ideal |            |
|--------------------------------------------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|----------------------|------------|
|                                                  |             | Calificación | Evaluación | Calificación | Evaluación | Calificación         | Evaluación |
| Fuentes de Información                           | 0.1         | 3            | 0.3        | 2            | 0.2        | 4                    | 0.4        |
| Consultorías                                     | 0.2         | 4            | 0.8        | 3            | 0.6        | 4                    | 0.8        |
| Apoyo científico                                 | 0.1         | 1            | 0.1        | 1            | 0.1        | 4                    | 0.4        |
| Oportunidades de financiamiento                  | 0.2         | 3            | 0.6        | 1            | 0.2        | 4                    | 0.8        |
| Surgimiento de mercados nuevos                   | 0.1         | 4            | 0.4        | 2            | 0.2        | 4                    | 0.4        |
| Apoyo al comercio exterior en uso de tecnologías | 0.1         | 4            | 0.4        | 4            | 0.4        | 4                    | 0.4        |
| Suma                                             | 0.1         | 4            | 0.4        | 3            | 0.3        | 4                    | 0.4        |

Una vez que se tabulan cada uno de los factores competitivos, se procede a realizar una comparación global de los mismos, el cual ayudará a conocer la situación en todos los rubros de la empresa,

adicionalmente se da un comparativo con la calificación ideal que debería tener una empresa plenamente competitiva en el mercado, como a continuación se detalla:

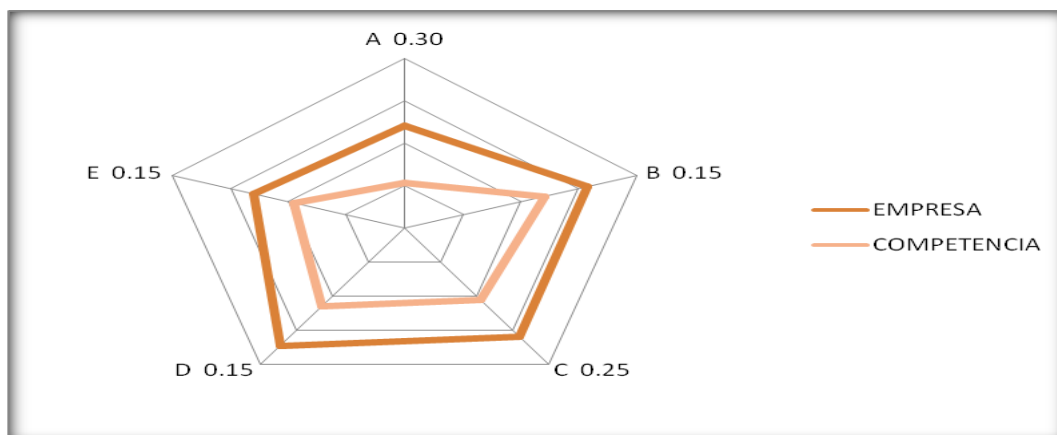
**Comparación global de la empresa.**

| Factor | Ponderación | Empresa      |             | Competencia  |             | Calificación Ideal |             |
|--------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|
|        |             | Calificación | Evaluación  | Calificación | Evaluación  | Calificación       | Evaluación  |
| A      | 0.30        | 3.84         | 1.15        | 2.68         | 0.80        | 4.00               | 1.20        |
| B      | 0.15        | 3.50         | 0.52        | 3.40         | 0.51        | 4.00               | 0.60        |
| C      | 0.25        | 4.00         | 1.00        | 1.80         | 0.45        | 4.00               | 1.00        |
| D      | 0.15        | 3.60         | 0.54        | 3.65         | 0.55        | 4.00               | 0.60        |
| E      | 0.15        | 3.90         | 0.59        | 3.25         | 0.49        | 4.00               | 0.60        |
| Suma   | 1.00        |              | <b>3.80</b> |              | <b>2.80</b> |                    | <b>4.00</b> |

De este modo se deben expresar los resultados globales en el Diamante de Porter, con el fin de que

quede mas claro el nivel competitivo actual de la empresa.

**Diamante de Porter de la empresa Woodward**



**Evaluación de los factores competitivos de las agencias aduanales del estado de Colima.**

| <b>FACTOR</b>                          | <b>PROMEDIO EMPRESA</b> | <b>PROMEDIO COMPETENCIA</b> |
|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Estrategia empresarial                 | 0.86                    | 0.91                        |
| Oferta                                 | 0.37                    | 0.45                        |
| Prestación del servicio                | 0.78                    | 0.67                        |
| Demanda                                | 0.5                     | 0.46                        |
| Oportunidades y apoyos institucionales | 0.43                    | 0.4                         |
| <b>SUMA</b>                            | <b>2.94</b>             | <b>2.89</b>                 |

Las agencias aduanales de Manzanillo Colima son competitivas sin embargo es importante mencionar que su nivel competitivo no es significativo ya que se evaluaron por encima de la evaluación estándar (2.5 puntos) obteniendo una evaluación de **2.94** puntos, equivalente al **73.5%** de la competitividad ideal en materia de comercio electrónico. La competencia obtuvo una evaluación superior a la evaluación estándar, obteniendo **2.89** puntos equivalentes al **72.25%** de la competitividad ideal.

Las empresas analizadas en el desarrollo de este trabajo de investigación son parte de este amplio núcleo económico en el giro de servicios y en gran medida, los empresarios son personas que realizan actividades económicas a nivel global y que se

Solamente un **1.25%** de competitividad ideal es la diferencia del nivel competitivo que presentan las agencias aduanales de Manzanillo Colima sobre su competencia más cercana en el puerto de Lázaro Cárdenas Michoacán. Siendo éste un porcentaje de diferencia mínimo entre las empresas aduanales y su competencia, es necesario que estas empresas implementen una mejora constante en todos sus factores competitivos hasta obtener un nivel competitivo ideal.

caracterizan por crear empresas familiares, con enfoques globalizados que requieren de manera obligada incluir en sus planes de desarrollo el uso de tecnologías y medios electrónicos para su comercialización y venta de servicios.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. W.L. HILL, CHARLES (2005) **“NEGOCIOS INTERNACIONALES, COMPETENCIA EN UN MERCADO GLOBAL”**. Editorial MC Graw Hill. Tercera edición. México D.F. Pp.155-166.
2. BANCO DE MEXICO (2006) **“LA COMPETITIVIDAD DE MÉXICO: ALCANZANDO SU POTENCIAL”**. México. Pp 16-35
3. LONG, DUOGLAS (2006) **“LOGÍSTICA INTERNACIONAL: ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO GLOBAL”**. Editorial Limusa, Noriega Editores. México. Pp
4. CABAÑERO PISA, CARLOS; CASTÁN FARRERO, JOSÉ MARIA; NÚÑEZ CARBALLOSA, ANA (2000). **“LA LOGÍSTICA DE LA EMPRESA”**. Editorial Pirámide. España. Pp 54-60
5. ANGELES HERNANDEZ XAVIER (2007) **“PYMES TECNOLOGIA O QUIEBRA”** Editorial ISEF, México Pp 15-29
6. SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. **“NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SCT4-2003”**. Terminología Marítima Portuaria.

7. <http://www.contactopyme.gob.mx/benchmarking/conceptos/competitividad.asp>
8. <http://www.monografias.com/trabajos/competitividad/competitividad.shtml>
9. <http://www.monografias.com/trabajos/transporte/transporte.shtml>

# EVALUACIÓN ADAPTATIVA DE CÁLCULO DIFERENCIAL CON APOYO DE UN SISTEMA COMPUTACIONAL A NIVEL INGENIERÍA

Elena F. Ruiz  
Escuela Superior de Cómputo, IPN  
Ciudad de México 07738, México  
efruiz@ipn.mx

Leonardo D. Vásquez  
Escuela Superior de Cómputo, IPN  
Ciudad de México 07738, México

## RESUMEN

El presente artículo muestra la importancia que tiene el empleo de la tecnología, en este caso de un sistema computacional, el cual permite realizar autoevaluaciones y evaluaciones a los estudiantes que llevan el curso de Cálculo. La manera en que pueden usarlo es tan flexible por la forma en cómo está diseñado que es mediante pantallas emergentes, para resaltar conceptos o procesos de resolución de problemas, simulaciones que permiten al estudiante visualizar conceptos que no tiene claros, revisar paso a paso problemas de distintas aplicaciones del cálculo. La finalidad es que el estudiante logre tener un aprendizaje significativo mediante el empleo de este sistema.

**Palabras clave:** Cálculo, Ingeniería, Aprendizaje

## 1. INTRODUCCIÓN

La formación de ingenieros es un factor directamente ligado al progreso. En México la demanda de educación en ingeniería a nivel superior, ocupa el segundo lugar, con el 33% de la matrícula total. [1].

Algunas de las carencias que se tienen en la formación de ingenieros es la deficiencia de conocimientos y de habilidades prácticas, así como la incapacidad de un trabajo en equipo.

Algunos temas de interés que están siendo abordados por expertos en la educación de ingenieros, están relacionados con el Conocimiento Conceptual [2], el Desarrollo de Habilidades [3] y la capacitación del Interés [4]. Hay concepciones erróneas que presentan los estudiantes de ingeniería en Matemáticas como el concentrarse en algoritmos y no en sus interpretaciones físicas, lo que se ha convertido en una práctica común y contraproducente entre estudiantes de ingeniería.

Por otra parte es fundamental incorporar gradual pero sistemáticamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de todos los niveles, los métodos basados en la solución de problemas.

Por lo expuesto se hace necesario un análisis de tópicos de matemáticas y su relación entre ellos, con aplicaciones prácticas. El caso que se presenta en este artículo es la Unidad de aprendizaje de Cálculo debido a que es uno de los cursos principales que se encuentran en el Plan de Estudios de las escuelas de Ingeniería del Instituto Politécnico en México (IPN), [5] además por el alto índice de reprobación que muestran las estadísticas de una Unidad del IPN.

Una vez seleccionada la materia, se diseñaron reactivos de opción múltiple se hizo un análisis cuantitativo como cualitativo de los resultados obtenidos, con base en lo cual se diseñó un software como apoyo en el aprendizaje del Cálculo, dándole énfasis a la parte de las autoevaluaciones como las evaluaciones que están divididas en dos categorías. De fácil a nivel medio y de Nivel medio a difícil.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La evaluación adaptativa mediante el uso de un software de Cálculo fortalece un aprendizaje significativo de esta unidad de aprendizaje?

## 3. METODOLOGÍA

A continuación es importante mostrar las etapas de la investigación:

3.1 Elegir una materia/curso con base en antecedentes en la que los estudiantes muestren deficiencias.

3.2 Identificar temas importantes en el curso y la forma en que se entrelazan estos temas con cursos avanzados y con aplicaciones en la industria.

3.3 Con base al análisis del curso, construir reactivos atribuyéndole niveles de dificultad y realizar una prueba de campo.

3.4 Una vez que el estudiante responda los reactivos y en el momento que no logre resolver algún reactivo con grado de dificultad, alto, medio o bajo, y también para que el estudiante tenga una retroalimentación si no logró resolver un reactivo, podrá revisar contenidos de Cálculo

que tenga el sistema, ya sea lecturas, explicaciones que se encuentren en ventanas emergentes, o mediante una simulación que muestre cómo resolver un problema similar al presentado.

### 3.1 Primera fase. Elegir materia

a.1) Justificación de trabajar con Cálculo

Se tiene como antecedente el alto índice de reprobación en esta materia en La Escuela Superior de Cómputo (48% en el semestre 2010-1011/2, es decir, Enero a Junio del 2011).

Además los estudiantes presentan deficiencias al trabajar en Cálculo, tal es el caso de:

- Uso excesivo y dificultad para recordar muchos algoritmos para la resolución de problemas.
- Poco desarrollo del razonamiento lógico – matemático.
- Escasa capacidad de visualización que muestran al trabajar con gráficas, para determinar el dominio, rango, continuidad, asíntotas, entre otras propiedades de una función.

Por otra parte, actualmente existen pocas herramientas que cuenten con simulaciones por computadora tanto de la parte teórica como su aplicación en donde el alumno puede complementar lo que aprende en clase; autoevaluaciones para que conozca su nivel de conocimientos que se han aprendido en la teoría y saber cómo han evolucionado sus conocimientos.

Por lo expuesto en esta parte de justificación, es que se crea como parte del Software una herramienta que es capaz de generar evaluaciones de manera aleatoria basándose en la dificultad de los reactivos, muestra actividades que permiten al estudiante visualizar conceptos que ayuden al estudiante a su comprensión. El estudiante puede conocer su nivel de conocimiento mediante las autoevaluaciones que resuelva. El profesor puede revisar el historial de cada uno de sus estudiantes.

### 3.2 Segunda Fase. Identificar temas importantes en el curso y la forma en que se entrelazan estos temas con cursos avanzados y con aplicaciones en la industria.

La materia de Cálculo se lleva en el primer semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior de Cómputo del IPN, Los contenidos se dividen en 5 unidades temáticas de acuerdo al Programa oficial de Cálculo de la Escuela ESCOM avalado por el Instituto Politécnico Nacional (IPN).

En la figura 1 se muestran los títulos de cada unidad Temática del Plan de Estudios de Cálculo.

#### UNIDAD ACADÉMICA

**PROGRAMA ACADÉMICO:** Ingeniero en Sistemas Computacionales

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:** Cálculo

#### NIVEL I

**OBJETIVO GENERAL:** Manejar las herramientas del cálculo para resolver problemas de aplicación en ingeniería a través del desarrollo de ejercicios de manera sistemática, crítica y reflexiva.

#### CONTENIDOS:

- I. Funciones y gráficas
- II. Límites de funciones y continuidad
- III. La derivada y técnicas de derivación
- IV. Técnicas de Integración y la integral como sumas de Riemman
- V. Funciones Trascendentales.

*Fig. 1 Resumen de los contenidos de la Unidad de aprendizaje de Cálculo*

Los temas que se consideran tienen un alto grado de dificultad acorde a la experiencia de los profesores que han dado la materia de Cálculo y con base en investigaciones revisadas [5].- [8], son:

- Números Reales
- Desigualdades
- Funciones y sus gráficas
- Propiedades de las funciones
- Límites

Estos temas se relacionan con otras Unidades de Aprendizaje que se dan en la Escuela Superior de Cómputo como Ecuaciones Diferenciales, Análisis Vectorial, Probabilidad y Estadística, La Materia de Control en Comunicaciones.

Una vez elegidos los temas se procedió a elaborar los reactivos.

### 3.3 Tercera fase. Sobre los Reactivos de Cálculo Elaborados en ESCOM

Se diseñaron 88 reactivos correspondientes a los temas señalados en el apartado anterior, se emplearon 5 libros de texto con referencia porque se hicieron cambios para no copiar íntegramente los problemas, además con la finalidad de que el estudiante se enfrentara a situaciones próximas a su realidad escolar.

Cada reactivo fue resuelto por la responsable técnica de ESCOM, con la finalidad de revisar el tiempo empleado para ello. Además de tener una idea de los posibles errores que cometen los estudiantes en su resolución, lo que permitió obtener los cuatro incisos que contendría cada reactivo como opción a seleccionar.

Los 88 Reactivos se aplicaron a una muestra de 88 estudiantes que cursan la Unidad de Aprendizaje de Cálculo, pertenecientes a los seis grupos siguientes: 1CM1, 1CM2, 1CM3, 1CM4, 1CM5 y 1CM14.

La página en la que se encuentran los reactivos y donde fueron contestados por los estudiantes es: <http://posgrado.escom.ipn.mx/posgrado/quiz>

En la figura 2 se muestra la aplicación de los reactivos a los estudiantes de primer semestre de la ESCOM, que se llevó a cabo en los laboratorios que prestó la misma.



Fig. 2. Fotografía de la aplicación de los reactivos.

### 3.3.1 Análisis Cuantitativo y Cualitativo de los Resultados Obtenidos al Aplicar los Reactivos

Los resultados obtenidos se muestran en las gráficas siguientes.

En la Figura 3 se muestra la gráfica 1 que corresponde al total de reactivos resueltos por los 88 estudiantes y se contempla la cantidad de respuestas correctas por reactivo. En el eje de las  $x$  aparece el número de estudiantes y en el eje  $y$  el número de reactivos.

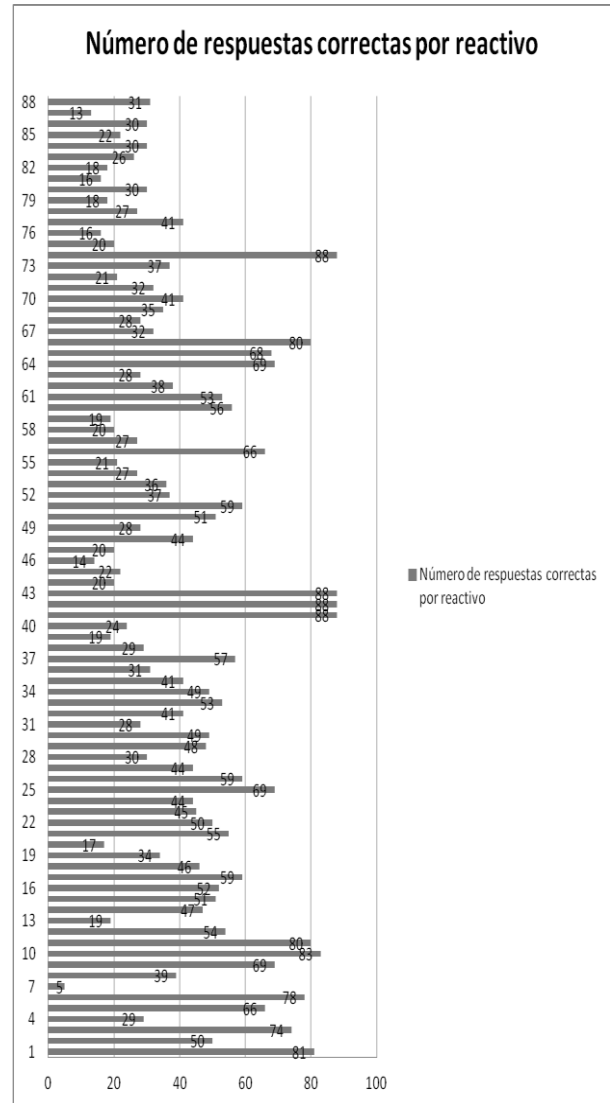
En las figuras 4, 5 y 6, se muestran algunas de las gráficas con los reactivos que fueron resueltos de forma incorrecta por más de del 75% de la muestra de los 88 estudiantes.

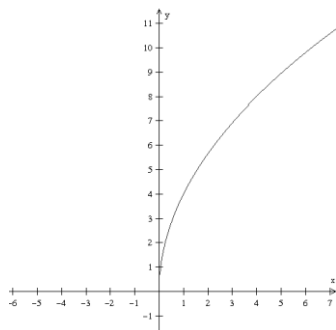
#### Reactivo 7

Conjunto no vacío, dotado de una operación binaria que satisface los axiomas de cerradura, asociatividad e inverso recibe el nombre de

- a) Semigrupo.
- b) Semigrupo Abeliano.
- c) Grupo.
- d) Campo.

Sólo 5 de 88 estudiantes (5%) de estudiantes contestaron correctamente esta pregunta, es decir el 95% de la muestra desconocen que este conjunto de números reales con las características señaladas en el mismo reactivo recibe el nombre de Semigrupo.





- a)  $f(x) = 4\sqrt{x}$
- b)  $f(x) = \sqrt{4+x}$
- c)  $f(x) = 2\sqrt{4x}$
- d)  $f(x) = \sqrt{4x+2}$

Solo 17 de 88 estudiantes, es decir el 19% identificó de manera correcta la expresión de la gráfica, es decir el 81% de los estudiantes no han reforzado la relación entre el registro algebraico y el gráfico, en particular en lo que corresponde a estiramientos y desplazamientos de una función.

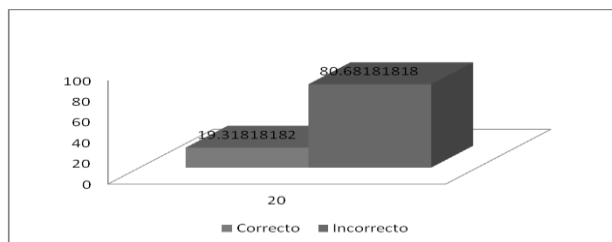


Fig. 5 Gráfica que muestra respuestas correctas e incorrectas del reactivo 20 perteneciente al tema de funciones y sus gráficas

**Reactivo 13**

La gráfica de la función impar es

- a) Simétrica con respecto al eje X
- b) Simétrica con respecto al eje Y
- c) Simétrica con respecto al origen
- d) Simétrica a una recta paralela al eje X

Diecinueve estudiantes de 88 resolvió correctamente este reactivo, es decir 92% de los alumnos no reconoce por lo que se caracteriza una función impar, que es simétrica con respecto al origen.

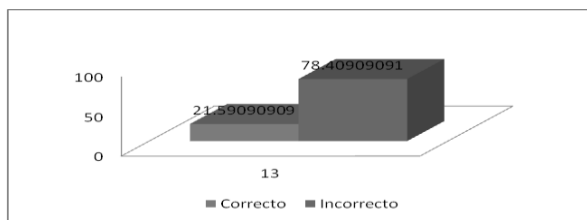


Fig. 6 Gráfica que muestra respuestas correctas e incorrectas del reactivo 13 perteneciente al tema propiedades de funciones.

Cabe señalar que en el sistema de cálculo hay una animación que muestra esta característica para que el estudiante visualice el concepto.

Se elaboraron gráficas por cada uno de los 88 reactivos, en donde se observa la cantidad de respuestas correctas como incorrectas.

Se elaboraron seis gráficas en donde se presentan las respuestas correctas e incorrectas dadas por grupo, en el eje de las x se anotaron los números de los reactivos y en el eje de las y la cantidad de estudiantes que resolvieron de forma correcta e incorrecta dichos reactivos

**3.3.2. Justificación del desarrollo del Sistema computacional de Cálculo**

Actualmente existen pocas herramientas que cuentan con simulaciones por computadora tanto de la parte teórica como su aplicación en donde el alumno puede complementar lo que aprende en clase; autoevaluaciones para que conozca su nivel de conocimientos que se han aprendido en la teoría y saber cómo han evolucionado sus conocimientos.

Por lo expuesto en esta parte de justificación, es que se crea como parte del Sistema de Cálculo, una herramienta que es capaz de generar evaluaciones de manera aleatoria basándose en la dificultad de los reactivos, muestra actividades que permiten al estudiante visualizar conceptos que ayuden al estudiante a su comprensión. El estudiante puede conocer su nivel de conocimiento mediante las autoevaluaciones que resuelva. El profesor puede revisar el historial de cada uno de sus estudiantes.

**3.3.3. Generalidades del Sistema de Cálculo**

La elaboración de este Sistema referente a la materia de cálculo contempla varios elementos dentro de su contenido, el cual está dividido en cinco unidades principales, cada unidad con sus subtemas correspondientes.

Se planeó tener disponible en todo momento el menú de las unidades, para que el alumno tenga a su disposición el contenido de cualquier tema o subtema que sea de su interés.

Para que el alumno acceda al contenido temático bastará con que de un clic sobre el menú, seleccionando la unidad que sea de su interés, en seguida se desplegará una lista de los subtemas correspondientes a ese tema, entonces el alumno debe seleccionar el subtema deseado para que el sitio web lo lleve a la página correcta.

Al seleccionar un subtema el alumno tendrá en el menú cinco opciones. Puede ver la **teoría** del subtema, lo cual son apuntes que el profesor haya colocado ahí. Otra opción es la sección de **problemas resueltos**, en esta sección se presentan una serie de planteamientos, pero

también se muestran los pasos para llegar al resultado. La sección de **problemas propuestos** son una serie de ejercicios cuya finalidad es que el alumno solo llegue al resultado. La sección **de lectura** presenta el contenido teórico del subtema pero en un archivo PDF, listo para que el alumno lo vea online o lo descargue a su computadora y hacer uso de él en un momento posterior. La última parte del menú es la sección de **autoevaluaciones**, la cual contendrá una serie de evaluaciones que el alumno tendrá que realizar, el resultado de estas evaluaciones se almacenará en una base de datos para que de esta manera el profesor pueda acceder al sistema y consultar los resultados.

El contenido de cada sección está conformado por varios elementos, texto plano, imágenes, y de animaciones, esto con la finalidad de hacer más dinámico el aprendizaje del alumno.

### 3.3.4. Manual Técnico del Sistema (Cálculo)

#### Definición de requerimientos funcionales.

Existen dos tipos de usuario: Profesor y alumno.

Los usuarios del sistema deben autenticarse para ingresar, dependiendo de los privilegios muestra las opciones correspondientes.

El profesor ve el historial de cada alumno.

El sistema genera exámenes aleatorios.

El alumno evalúa su conocimiento mediante las autoevaluaciones.

El sistema almacena el tiempo que se tarda el alumno en resolver las autoevaluaciones.

Los contenidos de las unidades temáticas están separados en temas y subtemas.

El alumno sube al sistema en un archivo PDF los procedimientos que utilizó para resolver su evaluación previamente generada.

#### Modelo y tecnologías usadas

Debido a la naturaleza del proyecto, se decidió implementar al sistema de Cálculo en la web, adoptando la arquitectura cliente – servidor, está basado en el Modelo Vista – Controlador (MVC) compuesto por tres partes:

- Modelo (Base de datos).
- Controlador (Reglas del negocio o Lógica del programa, Middleware para almacenar datos en la base de datos).
- Interfaz de usuario (Vista).

### 4. Implementación del sistema de Cálculo

Se aplicó a una muestra de un grupo de 38 estudiantes que cursaban la Unidad de aprendizaje de Cálculo en la Escuela Superior de Cómputo.

La forma en que el estudiante empleó el sistema se describe de acuerdo a las funcionalidades de éste.

#### 4.1 Pantalla de Inicio

La pantalla de inicio es la primer página del sitio web, que el usuario ve. Esta página contiene un mensaje de

introducción para el usuario, explicándole de una manera muy breve lo que encontrará en el sitio web.

En el pie de página puede verse el nombre del proyecto y el correo electrónico de la persona responsable del sistema.

En la figura 7 se muestra la forma en la que se encuentra organizado el contenido de cada una de las unidades. Basta con posicionar el cursor sobre cada uno de los temas para desplegar los subtemas correspondientes.

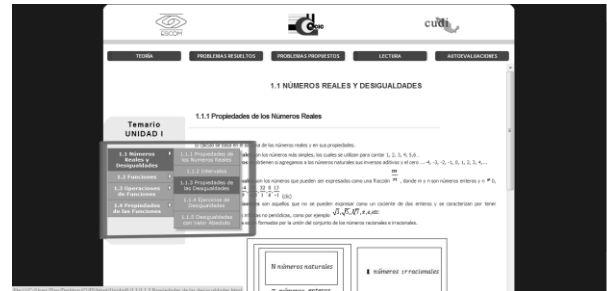


Fig. 7. Organización del contenido del software

Los estudiantes de la muestra antes referida ingresaron dándose de alta a través del maestro, quien llevó el seguimiento de lo realizado por ellos

### 4.2 Empleo de Pantallas emergentes

Como se aprecia en la figura 8 algunos de los ejemplos se colocaron en pantallas emergentes, para poder visualizarlos, basta con hacer clic en los textos que aparecen en rojo a lo largo de todo el sitio web.

En el siguiente ejemplo se muestra cómo la solución de un ejemplo está dividida en dos casos y cada uno de estos presentados al alumno en una pantalla emergente, dentro del mismo navegador.

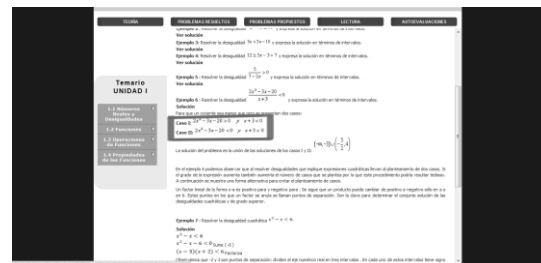


Fig. 8. Resolución de una desigualdad mostrada en una pantalla emergente.

Al dar clic en alguno de los textos en rojo que contengan una de las pantallas emergentes ésta se mostrará como se ve en la figura 9. Para volver al contenido, basta con presionar la etiqueta “close X” que aparece en la parte inferior derecha de todas las pantallas emergentes.

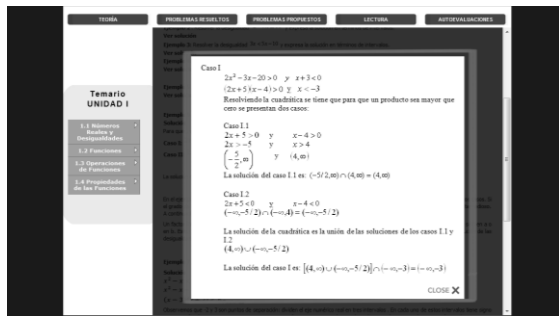


Fig. 9 Cerrado de pantallas emergentes

### 4.3 Empleo de Simulaciones

Algunos de los textos en rojo hacen referencia a simulaciones, estos es, animaciones que tienen la finalidad de hacer más gráfico el concepto que se esté tratando. En la figura 10 se muestra un ejemplo de la obtención de un intervalo, que corresponde al subtema Intervalos y desigualdades en la unidad 1.

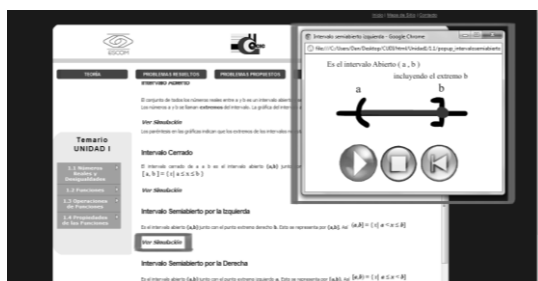


Fig. 10 Simulación en computadora

Los estudiantes de la muestra emplearon las simulaciones lo que les permitió visualizar algunos conceptos que lograron construir como el de derivada y límite. Se menciona lo anterior debido a que los estudiantes respondieron con varios aciertos las autoevaluaciones lo que muestra el avance obtenido por ellos.

## 5. Conclusiones

La elaboración del sistema computacional de Cómputo conllevó a varias actividades mostradas en el presente artículo, desde la revisión del programa de estudios de Cálculo, el reconocimiento de las dificultades cognitivas que tienen los estudiantes, el diseño de reactivos, su aplicación y análisis y toda la organización del contenido que contiene este sistema así como la forma en que está presentado. Respondiendo al planteamiento del problema, se tiene que de acuerdo al historial de cada estudiante que empleó el sistema, éste favoreció un aprendizaje más significativo que va en función al tiempo en que empleaban el sistema para estudiar, la resolución de las autoevaluaciones como una forma de revisar su propio aprendizaje y las evaluaciones de cada unidad, las cuales fueron revisadas por el profesor y se encontró qué más alumnos aprobaron la materia empleando este sistema.

## 6. Agradecimientos

Los autores del artículo agradecen a COFAA por el apoyo económico brindado para poder asistir a exponer el presente artículo. Se agradece a la SIP el apoyo económico brindado para la realización del proyecto del cual se deriva este artículo.

## 7. Referencias Bibliográficas

- [1] Menchaca, G. (2009) Educación en Ingeniería: Visión Nacional. Presentación en el primer día virtual de Ingeniería de CUDI 2009. México
- [2] Reséndiz, D. (2009) La formación de Ingenieros: Funciones de la Escuela y de la Práctica. Conferencia Magistral del Congreso de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI). Mérida.
- [3] Streveler, R. A, Litzinger, T. A, Miller, R. L & Streif, P.S (2008). Learning conceptual Knowledge in the engineering sciences: Overview and future research directions. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 279-294
- [4] Redish, E. F. & Smith, K. A. (2008). Looking beyond content: Skill development for engineers. *Journal of Engineering Education*, 97(3)
- [5] Instituto Politécnico Nacional. Plan y Programa de Estudios de la Unidad de Aprendizaje de Cálculo de la Escuela Superior de cómputo.
- [6] Ruiz, L. Elena Fabiola Diseño de Estrategias de Enseñanza para el concepto de variación en Áreas de Ingeniería. *Las matemáticas y la Educación. INNOVACIÓN* Vol. 9 Núm 46 2009. IPN. pp. 27-37
- [7] Hitt F. Representations and Mathematics Visualization. International Group for the Psychology of Mathematics Education North American. Chapter and Cinvestav-IPN. México 2002.
- [8] Duval R. Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Investigaciones en Matemática Educativa II (Editor F. Hitt). Grupo Editorial Iberoamérica. 1998. Traducción de: Registes de Répresentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, Vol. 5 (1993).

# USO DE LA TECNOLOGÍA COMO APOYO EN EL APRENDIZAJE DE CÁLCULO

**Elena Fabiola Ruiz Ledesma**  
Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México)  
efruiz@ipn.mx  
**Chadwick Carreto Arellano**  
Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México)  
ccarreto@ipn.mx

## RESUMEN

En el presente artículo se muestra la relevancia que tiene el uso de la tecnología. Al diseñar e implementar un software para apoyar el aprendizaje de los estudiantes que cursan la materia de Cálculo en el nivel superior., así como el desarrollo de competencias.

El software aquí mostrado forma parte del proyecto que se desarrolló en la Escuela Superior de Cómputo en México, titulado: Indicadores teóricos en la reconstrucción del cálculo diferencial e integral en ingeniería con No. de registro en la Secretaría de Investigación y Posgrado 20110343 [1].

Para que el profesor apoye la resolución de problemas, se promovió un proceso continuo para establecer una conexión entre las distintas formas de representación de la función que debe ser obtenida por el estudiante en la resolución de problemas. Estas formas de representación son: gráfica, tabular y numérica.

El software estuvo conformado por: el contenido temático de la Unidad de aprendizaje de Cálculo, actividades de autoevaluación en cada unidad, actividades de aprendizaje, lecturas de apoyo, recursos como foros y blogs, lo que permitió la reflexión y la comunicación entre estudiantes y profesor.

Una vez diseñado el software se procedió a aplicar a una muestra de estudiantes las actividades contenidas en él, por lo que se presentan los resultados obtenidos al trabajar uno de los temas de Cálculo y que es el de razones de cambio relacionadas.

Se concluye que el uso del software mediante el diseño de simulaciones permite modificar las clases de los docentes y adoptar otras estrategias de enseñanza, de tal forma que el ejercitarlas está dirigido a provocar procesos de reflexión sobre la práctica, convirtiéndolos en procesos sistemáticos, así como incorporar conceptos de didáctica de las disciplinas específicas, con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza impartida.

**Palabras clave:** software, estrategias didácticas, cálculo, simulaciones, resolución de problemas

## 1. INTRODUCCIÓN

De manera específica y como una forma de delimitar la investigación que se realizó, nos enfocamos a trabajar actividades con las cuales el docente abordó de manera significativa, para el estudiante, aplicaciones como la de

razón de cambio y optimización, inmersa en problemas del cálculo, [2], materia que cursan los estudiantes de nivel superior en sus dos primeros semestres en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional..

En particular, en el presente artículo mostramos la necesidad del uso de actividades de aprendizaje mediante la tecnología al resolver problemas de razón de cambio y hacemos una propuesta mediante el uso de simulaciones, recursos como foros, blogs, que conforman el libro electrónico en la resolución de problemas [1]

Empleamos los diseños elaborados y validados sobre problemas de razones de cambio en diferentes contextos, mismos que surgieron del proyecto titulado "Diseño de estrategias didácticas para competencias del Cálculo Diferencial e Integral en Ingeniería" con No. de registro en la SIP 20100338. [3], el cual lo consideramos como un marco teórico-metodológico para abordar lo relacionado al tema en cuestión.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Tomando como base el modelo educativo del Instituto Politécnico Nacional y los antecedentes de rendimiento y aprendizaje de las matemáticas, y en particular del Cálculo, de nuestros estudiantes en dicha área, [3] y [4].. Se encontró que los estudiantes tienen múltiples dificultades al resolver problemas del Cálculo, lo que es indicativo de la importancia de trabajar en este campo, ya que las causas pueden ser muy diversas en cuanto a la mejor forma de promover el aprendizaje en el alumno con el nuevo rol como profesor mediador entre la disciplina y el alumno.

## 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Proporcionar al docente herramientas para que apoye el desarrollo de su trabajo en el aula que coadyuve el desarrollo de competencias a nivel ingeniería, mediante estrategias didácticas en torno a la resolución de problemas de optimización y razón de cambio De aquí se desprende la siguiente pregunta de investigación:

¿El empleo de actividades de aprendizaje, recursos como foros, blogs, simulaciones como parte de un software educativo, permite al docente contar con una estrategia de enseñanza en la resolución de problemas que incorporan el concepto de razón de cambio?

#### 4. ASPECTOS TEÓRICOS

En lo concerniente al trabajo que se desarrolló con los profesores para poder determinar estrategias que coadyuven a una mejor calidad en su labor, tomamos en cuenta lo señalado por Ruiz, Camarena y Maya [5], referente a la necesidad de analizar la planeación, instrumentación y evaluación de sesiones de resolución de eventos contextualizados.

Ante este nuevo reto el papel del profesor se concibe dentro de un proceso dinámico en construcción permanente en el que participan todos los agentes educativos, siendo necesario consolidar los espacios de reflexión en los que se define la orientación del ejercicio docente.

En lo que respecta al trabajo propiamente del concepto de razón de cambio, y sobre los registros de representación; gráfica, tabular y numérica, así como resolución de problemas, tenemos a Hitt [6], quien destaca que:

“La *visualización* matemática tiene que ver con el entendimiento de un enunciado y la puesta en marcha de una actividad, que si bien no llevará a la respuesta correcta sí puede conducir al resolutor a profundizar en la situación que se está tratando. Una de las características de esta visualización es el vínculo entre representaciones para la búsqueda de la solución a un problema determinado”. Hitt (2002, p. viii).

Duval [7] habla de la semiosis, sólo que relacionada con las representaciones, escribiendo que:

“Las representaciones semióticas, es decir, aquellas producciones constituidas por el empleo de signos (enunciado en lenguaje natural, fórmula algebraica, gráfico, figura geométrica...) no parecen ser más que el medio del cual dispone un individuo para exteriorizar sus representaciones mentales; es decir, para hacerlas visibles o accesibles a los otros. Las representaciones semióticas estarían, pues, subordinadas por entero a las representaciones mentales y no cumplirían más que funciones de comunicación.” (p. 14).

#### 5. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS

La orientación metodológica se ubica en una perspectiva cualitativa, lo cual significa que se observaron fundamentalmente los aspectos cualitativos del proceso experimental, la cual se llevó a cabo a través de las siguientes fases:

1. Determinación de la muestra de los docentes a los que se les realizaron las entrevistas y los cuestionarios.
2. De las actividades diseñadas y validadas se seleccionaron las más representativas, para ser discutidas y analizadas a través de entrevistas durante el desarrollo de las mismas.

3. Análisis de las situaciones encontradas para determinar estrategias que coadyuven a que el docente mejore la calidad del ingeniero que está formando.

4. Determinación de resultados y conclusiones.

Se tomó una muestra de 6 profesores que impartían la Unidad de Aprendizaje de cálculo.

Los docentes que participaron en la entrevista señalaron lo siguiente:

- En la resolución de problemas de razón de cambio los estudiantes no logran establecer la función con las que les permitirá trabajar y resolver la situación planteada.
- Los estudiantes están muy acostumbrados a usar el criterio de la primera y segunda derivada para encontrar máximos y mínimos pero no logran darle sentido a esta forma de trabajo. Son muy mecánicos.
- Mencionaron que se requiere hacer explícitas las aplicaciones de razón de cambio mediante el uso del lenguaje gráfico.
- Es fundamental mostrar al alumno la relación que guardan los tres registros de representación: el gráfico, el tabular y el analítico.

En el presente artículo se muestran, por un lado una actividad de aprendizaje diseñada con todos los elementos requeridos para su programación en el software. y por otro la simulación que se encuentra en el software. Dicha actividad es sobre el tema de razones de cambio relacionadas.

En la siguiente parte se muestra la actividad de aprendizaje de razones de cambio relacionadas con su contenido y una autoevaluación:

#### 6. ACTIVIDAD DE RAZONES DE CAMBIO RELACIONADAS:

En la unidad de aprendizaje de cálculo estudiaste que la velocidad es la tasa de variación de la posición respecto al tiempo y que la aceleración es la tasa de variación de la velocidad respecto al tiempo, en este tema utilizaremos la derivación implícita como herramienta para calcular la velocidad o ritmo de variación de dos o más magnitudes relacionadas que están cambiando respecto al tiempo.

Comencemos analizando la expresión  $\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  la cual representa el cociente entre la variación de la variable dependiente (función) y la variación experimentada por la variable independiente, por este motivo se le denomina razón media de cambio de la función  $f(x)$ , cuando se toma el límite a esta expresión en que  $\Delta x \rightarrow 0$ , es decir la derivada, se le denomina

también razón instantánea de cambio.

**Sugerencia para la resolución de problemas de razón de cambio**

Supongamos ahora que, en el contexto de un problema, se tiene una función de la que queremos medir y obtener su razón de cambio (su derivada). Es muy probable que dicha función se encuentre relacionada con otras funciones cuyas derivadas (razones de cambio) se conozcan. La estrategia en este caso consiste en seguir los siguientes pasos:

- 1) Dibujar una diagrama, cuando sea pertinente, e indicar las cantidades que varían.
- 2) Especificar en forma matemática la tasa de variación que se está buscando y recopilar toda la información dada
- 3) Hallar una ecuación que implique la variable cuya tasa de variación se debe hallar.
- 4) Diferenciar respecto a  $t$  la ecuación hallada en el paso 3).
- 5) Enunciar la respuesta final de forma coherente, especificando las unidades empleadas.

Para comprender mejor la rapidez de variación de dos o más variables relacionadas se le invita a ver el ejemplo que es un problema denominado depósito cónico y la animación de la situación, realizada con la herramienta flash. (ver figura 1)

**Ejemplo**

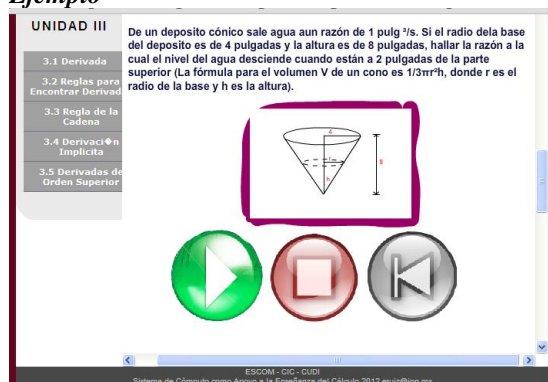


Fig 1. Contiene el texto del problema

Primero la muestra de los 30 estudiantes leyeron el contenido del problema y comentaron sobre el mismo. No todos los estudiantes lograron determinar las variables involucradas. Los alumnos que si lo hicieron procedieron a revisar cuál sería la función que debían derivar para hacer el procedimiento algebraico y solucionar el problema.

Debido a que más del 50% de los estudiantes no lograron determinar con éxito los pasos algebraicos para llegar a la solución, se les presentó la simulación del problema en donde lograron observar el vaciado del depósito cónico, la forma en que se puede dividir en triángulos semejantes para darle sentido a los pasos algebraicos, lo que se muestra en las figuras 2, 3, 4 y 5.

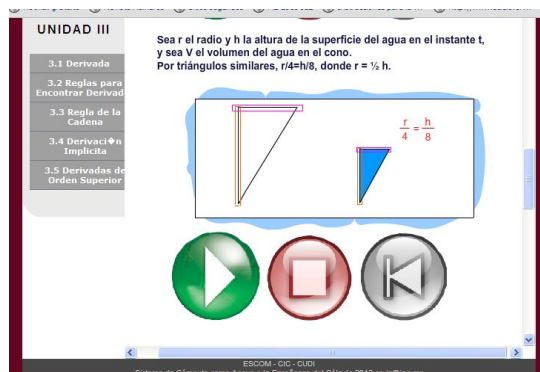


Fig. 2 Imagen de los triángulos semejantes. Fuente: Software de Cálculo Ruiz, Elena, Vásquez Leonardo, Araujo Fernando y Villagómez Daniel

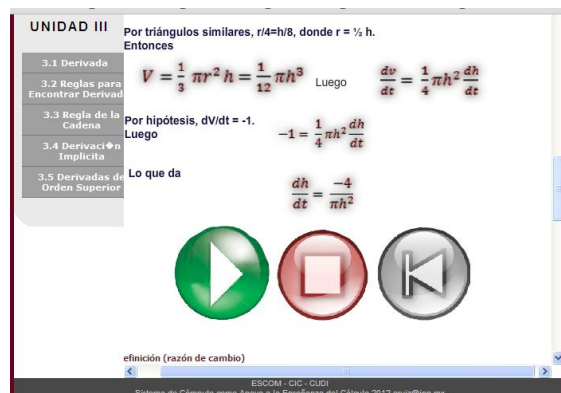


Fig. 3. Pasos mostrados para la resolución del problema . Fuente: Software de Cálculo Ruiz, Elena, Vásquez Leonardo, Araujo Fernando y Villagómez Daniel



**Fig. 4.** Simulación del vaciado del cono. Fuente: Software de Cálculo Ruiz, Elena, Vásquez Leonardo, Araujo Fernando y Villagómez Daniel.

Los estudiantes resolvieron más actividades de razón de cambio.

## 7. RESULTADOS

### A. Sobre lo obtenido con la actividad de razones de cambio relacionadas

Después de aplicar la actividad de razones de cambio relacionadas, puestas en el software, se encontró lo siguiente:

17 de los 30 estudiantes resolvieron de forma correcta la actividad del depósito cónico. Los estudiantes que resolvieron de forma incorrecta se debió al olvido de fórmulas, al no recordar pasos algebraicos, pero gracias a que la simulación explica cada uno de esos pasos y les permite a los estudiantes visualizar la situación, los alumnos lograron tener éxito en las otras actividades que se les presentaron.

Al respecto los 6 profesores que han dado clases de cálculo y que fueron entrevistados, comentaron que las deficiencias con las que llegan los estudiantes al nivel de ingeniería se debe, en gran medida a la forma de trabajo a la que están acostumbrados que es muy mecánica y sin llegar a la reflexión.

Los 30 alumnos revisaron el contenido del tema de razones de cambio relacionadas junto con las simulaciones donde aparecen la resolución del problema.. Sobre el tema de razones de cambio relacionadas los alumnos comentaron lo siguiente: El uso de las razones de cambio tienen aplicaciones en la física, y en otras áreas. Además para la resolución de los problemas era necesario recordar fórmulas que se trabajaron en geometría como la del volumen de una esfera o la de un cono. También se empleó la regla de la cadena como herramienta del Cálculo Diferencial, en la resolución de los problemas.

## 8. CONCLUSIONES

Cuando el docente usa únicamente la estrategia expositiva el aprendizaje se torna mecánico, mientras que si emplea otras como el uso de problemas, empleo de la visualización y de los registros de representación semiótica, le permite tener elementos cognitivos y comunicativos que le ayudan en su labor académica. Es decir contribuye al desarrollo de competencias en el estudiante. Resultados que coinciden con Hitt [6] y Duval [7].

Mediante el uso de problemas con apoyo de la tecnología, en este caso en las simulaciones, se considera que los docentes pueden comprender la variedad de estrategias de enseñanza factibles de emplearse en el aula, con el objetivo de que el alumno le de sentido al

tema que trabaja y abandone el uso mecánico de las fórmulas.

Ejercitar otras estrategias de enseñanza está dirigido a provocar procesos de reflexión sobre la práctica, convirtiéndolos en procesos sistemáticos, con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza impartida. Con ello, la modalidad del trabajo docente tiene como base: Determinar el problema de aula, diseñar acciones didácticas, aplicar y observar, analizar y visualizar conflictos.

## 9. REFERENCIAS

- [1] Ruiz, L. Elena Fabiola, protocolo del proyecto de investigación Indicadores teóricos en la reconstrucción del cálculo diferencial e integral en ingeniería registrado en la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), del IPN con núm. de registro CGPI 20110343, México, 2011, IPN
- [2] Plan y Programa de Estudios Cálculo 2004 ESCOM. IPN.
- [3] Ruiz, L. Elena Fabiola, Estrategias Didácticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral en Ingeniería, reporte técnico de proyecto proyectos de investigación registrado en la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), del IPN con núm. de registro CGPI 20100398, México, 2010, IPN.
- [3] Ruiz, L. Elena Fabiola Diseño de Estrategias de Enseñanza para el concepto de variación en Áreas de Ingeniería. *Las matemáticas y la Educación. INNOVACIÓN* Vol. 9 Núm 46 2009. IPN. pp. 27-37
- [4] Mejía, A., Cruz, A y Pardo, R. M. Diseño de un instrumento de evaluación del grado de conocimientos de las ciencias básicas del alumno de nuevo ingreso a una carrera de ingeniería y su importancia en el diseño curricular. *Memorias del Segundo Congreso Internacional de la Didáctica de las matemáticas en la Ingeniería. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán. 2007, México.*
- [5] Ruiz, E. F, Camarena, G y Maya, D . Empleo de simulaciones como estrategia de enseñanza en situaciones de variación. *Memorias del Congreso de ESQIE.2009, IPN. México.*
- [6] Hitt F. Representations and Mathematics Visualization. International Group for the Psychology of Mathematics Education North American. Chapter and Cinvestav-IPN. México 2002.
- [7] Duval R. Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En *Investigaciones en Matemática Educativa II* (Editor F. Hitt). Grupo Editorial Iberoamérica. 1998. Traducción de: Registres de Répresentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, Vol. 5 (1993).*

## **“Sistema Tecno-Ecológico de Admisión” de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo**

**Prof. Luis A. VELOZ.**

**Dirección de Asuntos Estudiantiles, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo,  
Naguanagua, Estado Carabobo, Código postal No. 2005, Venezuela.**

**Y**

**Prof. Manuel A. GARCÍA.**

**Dirección de Tecnología Avanzada de la Universidad de Carabobo,  
Valencia, Estado Carabobo, Código postal No. 2001, Venezuela.**

### **RESUMEN**

La investigación se centró en la creación del Sistema Tecno-Ecológico de Admisión (SITEA) de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo, ubicada en el Estado Carabobo de la República Bolivariana de Venezuela. SITEA busca hacer una admisión, socialmente responsable, tecnológicamente avanzada y ecológica. El eje central del sistema se hizo soportado sobre/bajo la plataforma moodle, para hacer por primera vez en nuestra Universidad y en nuestro país, una prueba de admisión a través de la web por medio de un computador. La modalidad de esta investigación se ubicó bajo la figura de Proyecto Factible, lográndose resultados favorables en el análisis técnico, operativo y económico; así como la implementación real de la prueba de admisión. SITEA se llevó a cabo en Junio 2011. Participaron 6500 aspirantes, quienes le dan validez al sistema. Con los resultados obtenidos de inscripción, asistencia, presentación, rendimiento, así como también, de actualización tecnológica de la facultad, el uso eficiente de los recursos y el esfuerzo de contribuir a la conservación del ambiente, superaron las expectativas y se concluye que se logró una admisión socialmente responsable, integrando el uso de la tecnología y la ecología, en los ambientes educativos universitarios.

**Palabras Claves:** SITEA, Moodle, Admisión, Ecológico, Tecnología, Prueba, Sistema.

### **SITEA FACES 2011**

El Sistema Tecno-Ecológico de Admisión (SITEA) es la propuesta de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo, para redimensionar los procesos de admisión en nuestra máxima casa de estudios, SITEA es socialmente responsable, tecnológicamente avanzado y ecológico. SITEA divide la admisión en cinco fases generales. Estas son: 1.- Inicio del Proceso: Llamado a Inscripción; 2.- Inscripción en el Sistema; 3.- Charla Introdutoria; 4.- Presentación de la Prueba; 5.- Publicación: Resultados y Admitidos.

SITEA es un sistema novedoso e inédito y amigable con el ambiente, aparte de garantizar confiabilidad y transparencia en la gestión de los contenidos que maneja. El SITEA fue aplicado desde el pasado martes 7 de Junio 2011 en la sede del Estado Aragua y a partir del 14 de Junio en la sede del Estado Carabobo, Venezuela, en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo. SITEA es un sistema inédito en FACES y novedoso para el resto de las facultades y universidades venezolanas. La realización de este proceso, trata de responder a las exigencias del Ministerio de Educación Universitaria, en cuanto a redimensionar los sistemas de ingreso a las universidades autónomas nacionales.

### **¿CÓMO SE EJECUTÓ SITEA FACES 2011?**

El Sistema contempló cinco fases generales, estas son:

#### **1era. Fase: Inicio del Proceso, llamado a Inscripción:**

El proceso comenzó con una convocatoria a nivel nacional a inscribirse en el SITEA 2011, para esto se publicó un aviso de prensa en el periódico institucional, en un periódico regional y uno nacional. En el aviso de prensa, se explicaban los pasos generales del sistema, documentos a consignar, fechas para cada fase, las carreras que ofrece la Facultad, como son Economía, Administración Comercial, Relaciones Industriales y Contaduría Pública, así como las páginas web institucionales que debían visitar para consultar información detallada del proceso.

#### **2da. Fase: Inscripción en el Sistema.**

Para la formalización del registro en el SITEA, los participantes debían completar tres pasos fundamentales: **a.-** Hacer el depósito correspondiente, en la cuenta corriente habilitada por la Facultad para tal fin, esta información estaba detallada en el aviso de prensa; **b.-** Ingresar al sistema en línea y completar los datos solicitados. Para completar este paso, el aspirante debía observar antes del registro un Video-Tutorial que le servía de guía para su inscripción. **c.-** Descargar e Imprimir el Carnet de Identificación: Luego de registrarse, el aspirante debía imprimir una FICHA DE REGISTRO (Carnet) EN SITEA FACES 2011. La misma le indicaba dos fechas de suma importancia para el éxito en el proceso: la primera le indicaba el Auditorio, el Campus, Día y Hora asignados, en el que debía asistir a la Charla Introdutoria. La Segunda fecha le indicaba el Laboratorio, edificio, piso, campus, Día y hora donde había sido ubicado para presentar la prueba virtual. Esta ficha así como su Cédula de Identidad Laminada y el original del depósito

bancario eran los únicos documentos que debía traer consigo el día de presentación. Vale la pena destacar que este proceso es totalmente en línea, el aspirante en ningún momento va a la Facultad si no hasta los días indicados y asignados en la ficha de registro.

### 3era. Fase: La Charla Introductoria.

Una vez registrados en el sistema, éste le asignaba la cita para asistir a su charla introductoria. En esta charla se le explicaba al estudiante cómo iba a ser la prueba real, a través del computador, (es importante aclarar que un mes antes de esta charla los participantes contaban con una “prueba Modelo” en la web oficial del SITEA para que se familiarizaran con el sistema), el director de asuntos estudiantiles explicó los detalles a considerar a la hora de presentar la prueba, y apoyado en un video-tutorial mostró y explicó paso a paso la realización de la prueba modelo disponible en línea; además de darle la bienvenida, mostrar la facultad por medio de un video institucional, e informarle sobre las diferentes opciones de ingreso y carreras que oferta FACES. Asimismo, en alianza con la fundación internacional “El Arte de Vivir”, se les estimuló para que aplicaran técnicas de relajación que les permitirán mayor concentración y la opción de aprovecharla para el día de la prueba. Hablamos, entonces, de un apoyo emocional al aspirante con lo que se conoce como ecología emocional, al final, se realizó una ronda de preguntas y respuestas para que puedan despejar sus dudas con respecto a la prueba y al proceso administrativo –documentos y otros requisitos- que él debía consignar. Las charlas se realizaron en tres sesiones diarias, a lo largo de varios días. La idea es contar con grupos más controlados de participantes y ofrecer, así, una atención personalizada.

### 4ta. Fase: Presentación de la Prueba.

La cuarta fase es la prueba misma, con la cual han podido familiarizarse los aspirantes, de manera adicional y más cercana, a través de una prueba prototipo o modelo, publicada en la página Web destinada para ese fin, en este caso se utilizó la web de la Dirección de Asuntos Estudiantiles de FACES UC cuyo enlace es [www.dae.faces.uc.edu.ve](http://www.dae.faces.uc.edu.ve) ; El solicitante se presentó en la facultad con su cédula de identidad laminada o pasaporte y una ficha de registro donde se reflejaron las dos citas programadas, la primera en la que se indica el día en que debió asistir a la charla y la segunda la fecha, hora y lugar de presentación de la prueba. Una vez en las instalaciones, los aspirantes eran recibidos por grupos en un salón acondicionado para la respectiva verificación de los datos y para la captura de la huella dactilar del dedo índice; completado este paso, los aspirantes eran identificados con un brazalete (se variaba el color del mismo diariamente) de seguridad en señal de haber completado con éxito el chequeo respectivo. Luego, en filas, iban saliendo del salón inicial al área de los laboratorios. El jurado aplicador de la prueba, debía verificar que cada uno de los aspirantes tuviera el brazalete en la muñeca derecha. Una vez que ingresaban al laboratorio, el jurado leía instrucciones y recomendaciones a los aspirantes mostradas en la pantalla de inicio del computador, el aspirante ingresaba al sistema con su login y password (estos eran una combinación de su cédula de identidad y el número de ficha de registro mencionada anteriormente) cuando el jurado diera la indicación, e inmediatamente podía comenzar por la subprueba que el deseara. El examen constaba de dos subpruebas, una donde se evaluaba el Razonamiento Matemático y otra el Razonamiento Verbal, con una duración de una (1) hora cada una, el aspirante

podía iniciar por la que él quisiera. El contenido es el oficial, el mismo que ellos debieron haber estudiado de primero a cuarto año de bachillerato. De igual manera como en la charla, en la prueba se utilizó la misma metodología de bloques de asistencia, esto debido a la capacidad de los 7 laboratorios con los que cuenta la facultad que para el momento de la prueba habían 200 computadores en la sede del Estado Carabobo y 100 en la sede del Núcleo ubicado en el Estado Aragua. Esta capacidad limitada de los equipos de computación con que cuenta la Facultad, hizo imposible plantear la presentación simultánea de los 6500 aspirantes inscritos, lo que obligó a trabajar bajo el esquema de citas programadas, se establecieron 5 bloques con los siguientes horarios: 08:00, 10:30, 13:00, 15:30 y 18:00, y se recibieron 1.000 aspirantes por día en Carabobo y 500 aspirantes por día en Aragua.

- De los 6500 (100%) aspirantes inscritos, 5525 (85%) aspirantes Asistieron a la Charla Introductoria y 5112 (78,64%) presentaron efectivamente la prueba.
- De los 5525 aspirantes que asistieron a la charla introductoria, 4973 aspirantes presentaron efectivamente la prueba y 552 aspirantes aun cuando asistieron a la charla, no llegaron a presentar la prueba.
- De los 5112 de los aspirantes que efectivamente presentaron la prueba, 4973 aspirantes asistieron a la Charla Introductoria y presentaron la prueba; y 139 aspirantes que no asistieron a la charla introductoria, llegaron a presentar la prueba. Es de destacar que estos 139 aspirantes tenían la información de la charla introductoria a través de la web, en documentos .pdf, por medio de la prueba modelo publicada y en forma de video-tutoriales.

### 5ta. Fase: Publicación de Resultados y Listado de Admitidos.

Al finalizar el proceso de la prueba, se procedió a la publicación de los resultados, el aspirante, nuevamente entraba al sistema para visualizar sus respuestas y compararlas con las respuestas correctas y conocer así la puntuación obtenida en cada subprueba. Esto es necesario por la diversidad de patrones de respuestas que al azar el sistema creó para cada participante. Este proceso de presentación de resultados contaba con las ventanas de acceso, de instrucciones (con los link de cada subprueba) y con una ventana de cierre. La novedad es que al momento del aspirante acceder a la plataforma moodle para buscar los resultados obtenidos, incorporamos una encuesta para evaluar el SITEA y así conocer la opinión de todos los participantes acerca del mismo, con nuevas (9) preguntas generales para evaluar al sistema (**ver anexo A**). Esto permitió obtener estos datos así como también conocer cuántos de los aspirantes ya habían ingresado a la plataforma, aquellos que no lo hicieron se les llamó y se les informó que ya estaban publicados los resultados, sin embargo, hasta la fecha 4903 aspirantes han ingresado a la plataforma para ver sus resultados de los 5112 aspirantes que efectivamente presentaron la prueba. En la ventana final se incorporó al moodle un pequeño espacio (cuadro de texto) con la siguiente etiqueta ¿Tienes algún Reclamo? (**ver anexo b**), esto le brinda al aspirante la oportunidad de expresar alguna inconformidad acerca de las pruebas que acababa de revisar, una vez revisado cada comentario al respecto, la respuesta por parte del equipo, se le dio a través de la misma plataforma moodle justo debajo de su comentario inicial. Dos semanas más tarde, individualmente, el aspirante entraba al sistema y se le indicaba si había quedado admitido o no en nuestra facultad, de acuerdo a la

disponibilidad de cupo, así como también se publicó un listado general por carreras en archivo .pdf para que observara el lugar que cupo en la escala general.

### **SUPERANDO LA CRISIS CON RENTABILIDAD**

Los reglamentos internos de la facultad obligan a que el dinero recaudado por aplicación de la prueba interna sean reinvertidos en ésta. Con SITEA, FACES ha podido adquirir y repotenciar en su totalidad los laboratorios de computación de ambos campus. De seguir aplicando SITEA la facultad estará en la ventajosa situación de actualizar sus laboratorios de computación anualmente, es decir, que tal y como fue previsto, SITEA es una fuente de financiamiento para la inversión en la infraestructura tecnológica de la Facultad año a año. Otra diferencia significativa es con respecto a la disminución, en el uso físico de los salones y del personal de apoyo logístico. Esto se ve reflejado en el hecho de que SITEA exigió sólo el uso de siete (7) laboratorios ubicados en el piso 3 del edificio de Postgrado, en la sede Carabobo; y de tres (3) laboratorios del segundo piso del edificio No. 2 de la sede Aragua. Anteriormente se utilizaban 80 aulas ubicadas en los dos (2) edificios con que cuenta la sede Carabobo y 44 aulas ubicadas en tres (3) edificios en la sede Aragua. Los gastos asociados al personal de apoyo logístico también disminuyeron en una relación directamente proporcional al número de personas que anteriormente se requerían.

### **ASPECTOS ECOLÓGICOS**

Anteriormente toda la prueba, mas los instructivos de los jurados aplicadores, responsables de aulas, coordinadores de piso, coordinadores de edificios, todo esto mas otros formatos adicionales, se hacía impreso en papel, un aproximado de 250 resmas de papel tipo carta se utilizaban en todas estas impresiones para un total aproximado de 750 kg de papel usado, siendo conservadores. Con SITEA Se logró una disminución en un 100% del uso del papel ya que todo lo impreso se sustituye por documentos digitales y video-tutoriales que cumplen mejor la misma función de informar a todas las partes interesadas. También se logró un ahorro en un 100% en los tiempos de corrección y un 70% en los tiempos de publicación de listados de admitidos. Se logró el uso ecológico de la energía eléctrica, ya que la misma fue producida por nosotros mismos a través de un generador eléctrico, evitando de esta manera posibles cortes de energía como de hecho ocurrió pero no afectó el desarrollo de la prueba. Las lecturas de la prueba de razonamiento verbal eran de temas ecológicos. En la Charla introductoria se busco la concientización a través de la meditación, videos y ecología emocional. Se usó papel reciclado para los cálculos matemáticos y entre otras cosas, se evitó, el traslado constante de aspirantes al campus universitario, lo que se traduce en una disminución de las emisiones de monóxido de carbono producido por los vehículos automotores particulares y de transporte público, ahorrando tiempo y dinero no solo al aspirante sino a su núcleo familiar. La magnitud en términos ecológicos se pierde de vista, si esto se despliega a otras Universidades del país o de Latinoamérica el impacto sería mucho mayor, ya que con estas acciones se demuestra el deseo de cumplir con nuestra responsabilidad social y contribuir a la conservación del ambiente desde cualquier óptica y en cualquier oportunidad.

### **ASPECTOS TECNOLÓGICOS**

#### **Modificaciones al Moodle:**

Utilizando la versión 1.9 de Moodle para el SITEA, se procedió a la limpieza de toda la interfaz, logrando presentar una página de inicio, sin ningún elemento distractor que llevara al aspirante a lugares en la plataforma en la cual no se quisiera que estuviese, en la primera pantalla el estudiante veía solamente un mensaje de bienvenida y un espacio donde debía colocar su número de cédula de identidad y su número de carnet con datos para ingresar al sistema. Al hacer sesión se presentaban las instrucciones de la prueba y los enlaces para acceder a cada una de las subpruebas (razonamiento matemático y razonamiento verbal), vale la pena acotar que el aspirante podía iniciar por la subprueba que él deseara. Cada prueba consta de 25 preguntas para un total de 50, seleccionadas al azar de un pool de 200 preguntas para cada subprueba, es decir, 400 preguntas en total, clasificadas por temas y en cada tema clasificadas en tres niveles (básico, medio y avanzado) para garantizar el mismo nivel de dificultad para cada aspirante en cada prueba creada al azar por el sistema moodle. Una vez terminado el intento de la prueba que escogió, la plataforma le muestra solo el enlace de la prueba que le falta por responder. Una de las mejoras mas significativas que se realizó al moodle, fue el **guardado por click**, que consiste en que el sistema cada vez que el aspirante marcaba con un click la respuesta que él consideraba a cada pregunta, el sistema guardaba automáticamente la selección que había realizado, si la cambiaba el sistema guarda la nueva selección sobrescribiendo la anterior, esto es realmente útil en caso de fallas de energía eléctrica o si el computador presentaba algún problema, de darse el caso, solo se tendría que cambiar de máquina rápidamente y el aspirante al iniciar el intento no cerrado tendría las respuestas que ya había contestado allí marcadas en la pantalla, evitando volver a marcar las mismas. Una vez el aspirante culminaba su segunda subprueba la ventana final es de despedida y de agradecimiento por haber participado en el proceso.

#### **Configuración de los Servidores:**

Se instaló un servidor con plataforma moodle, en cada campus y un servidor de respaldo. Se preparó otro equipo local de respaldo en caso de que fallara la electricidad en dichos servidores y se planificó respaldos cada 20 minutos empezando a las 08:00am. También se planificó un respaldo externo para mayor seguridad de los datos. Se creó una red interna para los equipos ubicados en los laboratorios donde se presentó la prueba de admisión y su conexión con el servidor. En cada uno de los computadores a utilizar por los aspirantes, se verificó y forzó que estos abrieran de manera predeterminada el sistema tipo kiosko de la prueba SITEA. Los niveles de seguridad electrónica se incrementaron y como resultado se obtuvo información confiable y oportuna, logrando la transparencia que se perseguía de todo el proceso. Los procesos de auditoría en caliente que se realizaron al sistema demuestran la transparencia y confiabilidad de los resultados de los aspirantes que presentaron la prueba bajo esta modalidad. Al final del proceso se hizo una copia fiel del servidor en CD que se entregó a las partes interesadas como soporte y garantía.

## LA EXPERIENCIA DE USO

La Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo, hizo historia en Venezuela al llevar a cabo un proceso inédito en nuestra Universidad centenaria, autónoma, popular y democrática, demostrando que, aunque no contamos con presupuestos acordes a las necesidades de la educación venezolana, con talento, trabajo en equipo y el deseo de hacer las cosas bien, se pudo consolidar y llevar a término con un rotundo éxito el Sistema Tecno-Ecológico de Admisión (SITEA) FACES 2011. La minería de datos obtenidos por el sistema nos lleva a reflexionar acerca de los procesos de admisión tradicionales y como este sistema pueda ayudar a redimensionar los procesos de admisión en las universidades nacionales y en universidades de toda Latinoamérica, ayudando a reducir la brecha tecnológica y contribuyendo con la corriente ecológica del planeta. Los resultados de la prueba nos ayudan incluso a informar a los colegios de educación media y diversificada acerca de los puntos débiles que deben reforzar en la enseñanza de razonamiento matemático y verbal, así como también nos permite implementar medidas para la próxima versión del SITEA.

## LO QUE ESTA POR VENIR (SITEA 2.0)

SITEA 2.0 busca seguir innovando en los procesos de admisión de la Universidad Venezolana, siguiendo las fases de la primera experiencia, estamos incorporando al sistema un “Curso Virtual de Nivelación y Autoaprendizaje para Estudiantes Preuniversitarios”. Este curso estará basado en los resultados por ítems de la prueba aplicada en el 2011, donde se busca con este análisis determinar contenidos críticos que deben ser reforzados. El Curso se inicia con una prueba diagnóstica, luego con los resultados obtenidos de esta, el sistema le recomienda o sugiere los contenidos a reforzar o a dedicarle más tiempo de estudio. Luego de completar cada lección, realiza evaluaciones parciales para ir midiendo su progreso. Al terminar todas las lecciones del curso, presenta un examen para su autoevaluación. Cabe destacar que todo esto es en línea, es un curso autónomo y virtual. Luego de presentar este último examen, el sistema le permitirá realizar tantos exámenes de preparación como el aspirante considere necesario; la estructura de estos exámenes de preparación, es similar al que presentaran el día de la prueba de admisión esto con el fin de familiarizarlos con el sistema. Es importante señalar que los resultados obtenidos en el curso virtual se tomarán en cuenta para el cálculo del Índice Interno de Admisión, además de, su promedio de bachillerato y el resultado de las subpruebas de razonamiento matemático y verbal obtenidos en la aplicación de la Prueba Interna propiamente dicha a través del SITEA 2.0 del año 2012. Esto es solo una breve explicación de lo que se está realizando para ser aplicado en el próximo proceso de admisión del año 2012.

## AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo de colaboradores de FACES, destacando la participación, el compromiso y la entrega del personal de la Dirección de Asuntos Estudiantiles.

Al equipo de la Dirección de Tecnología Avanzada de la Universidad de Carabobo, por haber realizado las modificaciones y mejoras al sistema moodle, adecuándolo a las necesidades y exigencias de la facultad.

## LISTA DE REFERENCIAS

1. Hernández, Fernández y Baptista. (2004). **Metodología de la Investigación**. Mc Graw Hill Interamericana Editores S. A. Chile.
2. Tamayo, M. (2007). **Diccionario de la Investigación Científica**. Limusa. México.
3. Dirección de Tecnología Avanzada DTA, video acerca del SITEA 2011: <http://sivuc.uc.edu.ve/?q=node/144>
4. Dirección de Asuntos Estudiantiles de FACES UC: <http://www.dae.faces.uc.edu.ve>

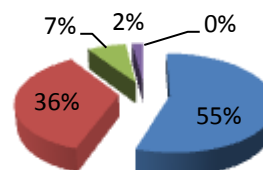
## ANEXOS

### Anexo A:

Encuesta realizada a los aspirantes antes de visualizar los resultados de la prueba: esta encuesta era de obligatoria respuesta antes de que el aspirante pudiera visualizar sus resultados, la contestaron 4903 personas.

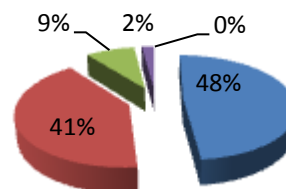
### 1.- ¿Cree Ud. que la prueba de admisión interna asistida por computador es?

- Mucho mas confiable que la escrita
- Mas confiable que la escrita
- Regularmente mas confiable que la escrita
- Menos confiable que la escrita
- Mucho menos confiable que la escrita



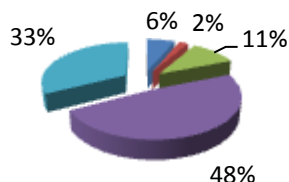
### 2.- ¿Cree Ud. que la prueba de admisión interna asistida por computador es?

- Mucho mas segura que la escrita
- Mas segura que la escrita
- Regularmente mas segura que la escrita
- Menos segura que la escrita
- Mucho menos segura que la escrita



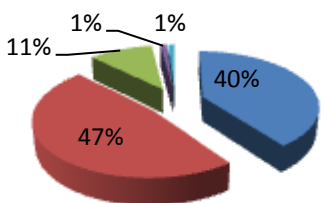
**3.- ¿Cree Ud. que la prueba de admisión interna asistida por computador es?**

- Mucho mas lenta que la escrita
- Mas lenta que la escrita
- Medianamente rápida que la escrita
- Mas rápida que la escrita
- Mucho mas rápida que la escrita



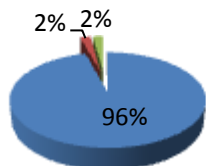
**4.- ¿Cree Ud. que la prueba de admisión interna asistida por computador es?**

- Mucho mas exacta que la escrita
- Mas exacta que la escrita
- Medianamente exacta que la escrita
- Menos exacta que la escrita
- Mucho menos exacta que la escrita



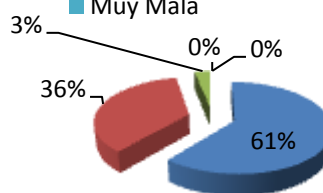
**5.- ¿Recomendaría Ud. a otros aspirantes a ingresar a la Universidad a presentar una prueba de admisión interna como la que Ud. presento asistida por computadora?**

- Si
- No
- No Sabe



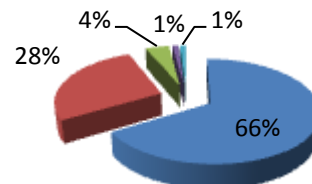
**6.- ¿En líneas generales Ud. siente que la experiencia vivida con la prueba fue?**

- Muy Buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy Mala



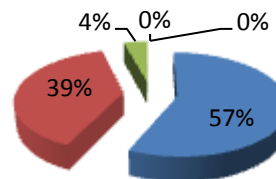
**7.- ¿La charla introductoria fue?**

- Muy Útil
- Útil
- Medianamente Útil
- Poco Útil
- Muy Poco Útil



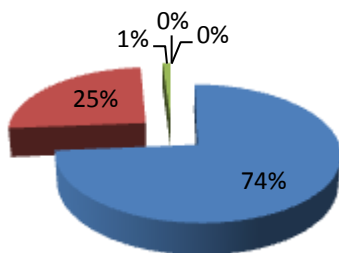
**8.- La logística de ingreso al laboratorio fue:**

- Muy Buena
- Buena
- Regular
- Mala
- Muy Mala



### 9.- La prueba de admisión asistida por computadora fue:

- Un avance muy importante para la universidad.
- Un avance importante para la universidad.
- Un avance medianamente importante para la universidad.
- Un avance poco importante para la universidad.
- Un avance muy poco importante para la universidad.



#### Anexo B:

¿Tienes algún Reclamo?: De 4903 personas solo hubo 1062 Comentarios: 189 Objeciones a preguntas (luego de la revisión de cada comentario, ninguno fue procedente) y 873 comentarios de felicitación, agradecimientos, cuando y donde publicaran la lista de admitidos, recomendaciones entre otros. Algunas Respuestas:

- “Me pareció una experiencia buena haber participado en el proceso..!! además de que es una técnica nueva que experimento..!! Karina Rodríguez.
- “Me pareció excelente este nuevo proceso de admisión. Espero sigan así mejorando cada día más. Éxito.” Carlos Ruiz.
- “Buen día! ¿cuándo sabremos los resultados de quienes quedaron? Norwi Samuel.
- “No entiendo porque salí mal, creo que sus respuestas están malas.” Carlos Flores.
- “No es justo que el tiempo ahorrado en la prueba de habilidad verbal, no pueda usarlo en la prueba de matemáticas.” Luis Vargas.
- “Son un equipo excelente sigan adelante con estos grandes proyectos, tenemos un país necesitado de personas como ustedes gracias por tan grande oportunidad”. Miguel Camacaro.
- “mi reclamo es el siguiente, o seria una información, ¿por cada pregunta mala le descuentan una buena? espero respuestas gracias” Junior Duque.
- “Me pareció excelente el avance en la tecnología al aplicar las pruebas de este tipo.” Heiddy Franco.
- “El sistema es excelente, mi opinión particular es que deberían dar los resultados al instante que uno termina de presentar ya que el sistema por su cálida lo permite. De todas maneras me parece algo ingenioso y bueno para universidad.” Jesús Restrepo.
- “Si obtuve una calificación de 8.80 en la prueba de razonamiento verbal y 4.00 en la de conocimientos de matemática, como se si tengo alguna posibilidad de ingresar a la facultad de faces por favor agradezco si me responden por favor.” Emily Benitez.
- “Hola; solo quiero decir, que fue una experiencia única que no podre olvidar, le doy gracias a Dios primeramente por cada uno de ustedes y también por supuesto al equipo faces por su colaboración en todo este programa vivido, de verdad se portaron muy bien, felicidades y espero poder estar estudiando allí, mi mayor deseo es ese, gracias...” Gleydys Ruiz.
- “La verdad me pareció una excelente prueba a pesar de ser la prueba piloto! creo que debería implementarse en las otras facultades e incluso en las pruebas del CNU, pues aparte de que es ecológico se hace uso de la tecnología disponible para ese fin!! esperando los resultados.” Daniel Vargas.
- “Felicidades por este nuevo sistema para presentar las pruebas, es mucho mas fácil, nos brindan la oportunidad de visualizar nuestros resultados y ver en que nos equivocamos en verdad me gusto mucho vivir con ustedes esta nueva experiencia, todo fue muy organizado y muy eficiente. Gracias” Mónica Vásquez.
- “Excelente modelo de prueba, Muy bien organizada, mucho más confiable, seguro, tanto para el personal administrativo como para los alumnos. Felicitaciones, sigan con este proceso SITEA”. Elluz Querales.

#### Contacto:

**Prof. Luis A. Veloz M.**

Móvil: +58-416-5402256

Email: [luisveloz@uc.edu.ve](mailto:luisveloz@uc.edu.ve)

**Prof. Manuel A. García S.**

Móvil: +58-426-5427583

Email: [solipa@gmail.com](mailto:solipa@gmail.com)





## ÍNDICE DE AUTORES

(Edición Post-Conferencia)

|                                        |         |                                    |        |
|----------------------------------------|---------|------------------------------------|--------|
| Alaniz, Jorge                          | 94; 99  | Méndez Casanova, Elba María        | 80     |
| Alejandro Espinosa, Miriam             | 88      | Meneses Escobar, Carlos Augusto    | 24     |
| Álvarez Pomar, Iaroslov                | 49      | Mohr Bäuml, Deisy                  | 84     |
| Arango, Jaime A.                       | 1       | Monteiro Fernandes, Jorge          | 18     |
| Arciga Solorio, Irene                  | 80      | Monterrosas, Alfonso               | 109    |
| Arocha, Jaime                          | 55      | Montoya, Iván A.                   | 35     |
| Barón Velandia, Julio                  | 69      | Muñoz, Giovanni                    | 55     |
| Bassi, Marco César                     | 29      | Obregón Neira, Nelson              | 49     |
| Bolívar Toledo, O.                     | 6       | Olvera Ventura, Alfonso            | 74     |
| Carreras Riudavets, Fco. J.            | 6       | Orantes-Jiménez, Sandra D.         | 113    |
| Carreto Arellano, Chadwick             | 140     | Osorio, Ricardo                    | 99     |
| Castaldo Suau, Blanca                  | 61      | Pérez, José D.                     | 10     |
| Castañeda, Bereniz                     | 94; 99  | Reyes Real, Oscar B.               | 128    |
| Castaño, Jairo                         | 55      | Rizo Martínez, Lucía Ester         | 14     |
| Castillo, Cristián                     | 94; 99  | Robinson O., Lilliam N.            | 118    |
| Castrillón, Omar D.                    | 1       | Robles Aguirre, Francisco Abelardo | 14     |
| Ceja, José R.                          | 109     | Rodríguez Baena, Luis              | 24     |
| Clunie B., Clifton E.                  | 118     | Rosas, Gonzalo                     | 109    |
| de Miranda e Silva Júnior, Caio Olindo | 41      | Ruiz, Elena F.                     | 134    |
| Deniz Guizar, Aurelio                  | 128     | Ruiz Ledesma, Elena Fabiola        | 140    |
| Dutra Moresi, Eduardo Amadeu           | 29      | Santini Júnior, Nelson             | 29     |
| Espinel Ortega, Álvaro                 | 103     | Serrrano, Arturo                   | 94; 99 |
| Fragola, Rodrigo Jonas                 | 29      | Silva, Karen M.                    | 55     |
| García, Manuel A.                      | 144     | Silva Mar, Ma. de los Ángeles      | 123    |
| Giraldo, Jaime A.                      | 1       | Sosa Rodríguez, Jesús O.           | 128    |
| Gómez Barreto, Paola A.                | 69      | Teixeira Alonso, José Eduardo      | 29     |
| Gómez Vargas, Ernesto                  | 49      | Torres Rengifo, Saulo de Jesús     | 24     |
| Guerrero, Cindy E.                     | 10      | Valencia, José                     | 99     |
| Guerrero, Oscar E.                     | 109     | Valencia, José Manuel              | 94     |
| Guevara Pérez, Miguel Ángel            | 14      | Vargas, José I.                    | 35     |
| Hernández González, Marisela           | 14      | Vásquez, Leonardo D.               | 134    |
| Jiménez-Hernández, Eréndira M.         | 113     | Vásquez Vincent, Marisol           | 88     |
| Luengo Merino, I.                      | 6       | Vega Escobar, Adriana Marcela      | 103    |
| Martín García, Víctor                  | 103     | Veloz, Luis A.                     | 144    |
| Mastachi Pérez, Marcela                | 80      | Vera Pedroza, Alejandro            | 123    |
| Méndez Casanova, Elba M.               | 88; 123 |                                    |        |