

# LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LA PRÁCTICA PROFESIONAL DE LOS ESTUDIANTES DE 7º SEMESTRE: EL CASO DE LA ESCUELA NORMAL DE COATEPEC HARINAS

Dra. en E. Angelita Juárez Martínez<sup>1</sup>, Dr. en E. Armando Gerardo Flores Lagunas<sup>2</sup>

## Resumen

**En este artículo se presentan los resultados de una investigación de carácter cualitativa llevada a cabo en la Escuela Normal de Coatepec Harinas, Edo.Méx., el objetivo fue analizar si en la práctica profesional que realizan los estudiantes del 7º semestre, se encuentran presentes las competencias profesionales que marca el perfil de egreso del Plan de Estudios 2012., desempeños que deben demostrar los futuros docentes para ejercer la profesión y desarrollar prácticas en escenarios reales.**

**Los resultados fueron contundentes, de 9 competencias profesionales que marca perfil de egreso, solo 4 se reflejan en las prácticas profesionales de los estudiantes, mientras que en cinco se muestran resultados variados: alcance de los propósitos educativos, propiciar y regular espacios de aprendizaje incluyentes para todos los alumnos, utilización de recursos de la investigación educativa para enriquecer la práctica docente. Es necesario desarrollar las competencias profesionales que describan los desempeños propios de su profesión.**

**Palabras claves: Competencias profesionales, estudiantes, práctica profesional, Plan de Estudios 2012, docente.**

## Introducción

Las Escuelas Normales, como ha quedado asentado a lo largo de su historia, han cumplido con la tarea trascendental de formar a los docentes de la educación básica del país. Las políticas y acciones emprendidas para mejorar la calidad de la educación buscan favorecer su transformación, para convertirlas en espacios de generación y aplicación de nuevos conocimientos, de producción de cultura pedagógica y de democracia institucional, de manera que los futuros docentes de educación básica logren la formación necesaria para desarrollar una práctica docente más pertinente y efectiva. Parafraseando a Imbernón (2000) es necesario analizar situaciones que les permitan percibir la gran complejidad del hecho educativo, que les conduzca a tomar decisiones, a confirmar o modificar actitudes, valores, a configurar la propia opción pedagógica para lograr estimular la participación y colaboración de los docentes, potenciar el hecho educativo y el desarrollo de competencias.

Por lo que hoy las competencias se están convirtiendo en un factor determinante en el hacer de las personas, específicamente en el ámbito laboral y educativo, así, dar paso a los retos y desafíos de los docentes del siglo XXI es dar cuenta de las problemáticas que se tienen y de los desafíos a los que se enfrenta el profesorado, pues Dewey establecía una diferencia entre «acción reflexiva» y «acción rutinaria». Mientras se continúe ejerciendo una acción rutinaria en la práctica no se podrá acceder a una acción reflexiva que implique replantear el rol del docente, su formación y la práctica que día a día realiza en las aulas de clase., pero ¿qué competencias profesionales se manifiestan en la práctica profesional de los estudiantes de 7º semestre de la Escuela Normal de Coatepec Harinas?., como futuros docentes. Es entonces cuando en este contexto educativo cobra relevancia el tema de las competencias pues actualmente el tema en educación superior y su relación directa con la formación de docentes resulta de particular relevancia frente a los retos que plantean los cambios del mundo contemporáneo, ante una sociedad que demanda docentes competentes con la capacidad de aprender a aprender, con competencias profesionales definidas desde García, Cabrero et.al (2008) como un conjunto identificable y evaluable de capacidades (conocimientos, habilidades y actitudes) que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de la práctica profesional, de

<sup>1</sup> Angelita Juárez Martínez, Doctora en Educación, catedrática y Responsable de la Unidad de Planeación, Seguimiento y Evaluación de la Escuela Normal de Coatepec Harinas, Méx. jumaanlly@gmail.com

<sup>2</sup> El Mtro. Armando Gerardo Flores Lagunas es auxiliar del Departamento de Investigación, catedrático y responsable del Proyecto de Titulación de 7º y 8º Semestre de la Licenciatura en Educación Primaria de la Escuela Normal de Coatepec Harinas. Estado de México. flarmando63@hotmail.com

acuerdo con estándares vigentes, además de ser reflexivos, autónomos y comprometidos con la educación de calidad que hoy se requiere.

### *Desarrollo*

La formación de los docentes de educación básica debe responder a la transformación social, cultural, científica y tecnológica que se vive en el país y en el mundo, por lo que en el año 2012, el Sistema Educativo Nacional pone en marcha un conjunto de medidas para hacer de la educación, en sus diversos tipos y modalidades, una de las piezas clave para atenderlos con mayores niveles de eficacia y eficiencia, entre las que destacan la generación y puesta en marcha de Planes y Programas de Estudio de Educación Superior que responden a diversas licenciaturas, destacando el Plan de Estudios de la Licenciatura en Educación Primaria 2012, asumiéndose el reto de formar docentes competentes con conocimientos, habilidades, actitudes y valores demostrados en la práctica profesional realizada al interior de las aulas de clase.

La reforma curricular y los planes de estudio, en específico el de la Licenciatura en Educación Primaria (2012) se sustenta en las tendencias actuales (competencias) de la formación docente; en las diversas perspectivas teórico-metodológicas de las disciplinas que son objeto de enseñanza en la educación superior y de aquellas que explican el proceso educativo; en la naturaleza y desarrollo de las prácticas pedagógicas actuales y las emergentes ante los nuevos requerimientos y problemas que el maestro enfrenta como resultado de los múltiples cambios del contexto, los cuales impactan de manera notable al servicio educativo, a las instituciones y a los profesionales de la educación y es García, Cabrero et.al (2008) quienes plantean que la competencia hace referencia al dominio de una práctica, destacando entonces el dominio de la práctica profesional docente.

Es así como el Plan de Estudios para la Formación de Maestros de Educación Primaria describe las orientaciones fundamentales y los elementos generales y específicos que lo conforman de acuerdo con las tendencias de la educación superior y considerando los modelos y enfoques vigentes del plan y los programas de estudio de educación básica. Su malla curricular está constituida por cinco trayectos formativos, que se interrelacionan para lograr el cumplimiento de las competencias genéricas y profesionales establecidas en el perfil de egreso del futuro maestro, entre ellos se identifica el que refiere a el trayecto de "Práctica profesional" integrado por 8 cursos, 7 cursos articulan actividades de tipo teórico-práctico, con énfasis en el acercamiento paulatino a la actividad profesional en contextos específicos y a su análisis, los cuales se ubican del primero al séptimo semestre. El último curso de este trayecto, ubicado en el octavo semestre es un espacio curricular de práctica profesional intensiva en la escuela primaria, con una duración de 20 horas a desarrollarse durante 16 semanas.

Fue importante cuestionar ¿los estudiantes en formación que cursan el 7º semestre como futuros docentes que realizan su práctica profesional en las escuelas primarias tienen desarrolladas las competencias profesionales que establece el perfil de egreso del Plan de Estudios 2012 necesarias para hacer frente a la educación del siglo XXI?. Dicho perfil de egreso (SEP, 2012), se expresa en competencias tanto genéricas como profesionales que describen lo que el egresado será capaz de realizar al término del programa educativo y señala los conocimientos, habilidades, actitudes y valores involucrados en los desempeños propios de su profesión.

Las que atañen a la presente investigación son las competencias profesionales, que según la SEP (2012) define como aquellas que expresan desempeños que deben demostrar los futuros docentes, tienen un carácter específico y se forman al integrar conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para ejercer la profesión docente y desarrollar prácticas en escenarios reales, además, atender situaciones y resolver problemas del contexto escolar; colaborar activamente en su entorno educativo y en la organización del trabajo institucional. Dichas competencias profesionales son las siguientes:

- Diseña planeaciones didácticas, aplicando sus conocimientos pedagógicos y disciplinares para responder a las necesidades del contexto en el marco del plan y programas de educación básica.
- Genera ambientes formativos para propiciar la autonomía y promover el desarrollo de las competencias en los alumnos de educación básica.
- Aplica críticamente el plan y programas de estudio de la educación básica para alcanzar los propósitos educativos y contribuir al pleno desenvolvimiento de las capacidades de los alumnos del nivel escolar.
- Usa las TIC como herramienta de enseñanza y aprendizaje.
- Emplea la evaluación para intervenir en los diferentes ámbitos y momentos de la tarea educativa.
- Propicia y regula espacios de aprendizaje incluyentes para todos los alumnos, con el fin de promover la convivencia, el respeto y la aceptación.

- Actúa de manera ética ante la diversidad de situaciones que se presentan en la práctica profesional.
- Utiliza recursos de la investigación educativa para enriquecer la práctica docente, expresando su interés por la ciencia y la propia investigación.
- Interviene de manera colaborativa con la comunidad escolar, padres de familia, autoridades y docentes, en la toma de decisiones y en el desarrollo de alternativas de solución a problemáticas socioeducativas.

Ante dichas competencias profesionales Zoia y Canto (2009) argumentan que uno de los retos que se deben enfrentar es el de preparar a las nuevas generaciones de profesores para que sean capaces de seleccionar, actualizar y utilizar el conocimiento en un contexto específico, que sean capaces de aprender en diferentes contextos y modalidades y a lo largo de toda la vida y que puedan entender el potencial de lo que van aprendiendo para que puedan adaptar el conocimiento a situaciones nuevas, y es en esos contextos donde la práctica según la SEP (2012) es el conjunto de acciones, estrategias e intenciones que un sujeto pone en juego para intervenir y transformar su realidad. En tanto acción, la práctica se concreta en contextos específicos los cuales brindan la posibilidad de lograr nuevos aprendizajes, de ahí que se reconozca el sentido formativo que ésta tiene en el proceso de formación.

A ello Monereo (2010) expresa la importancia de conocer las competencias profesionales fundamentales que debería poseer todo docente y la formación de ellas y que mejor que la práctica profesional para resolver las tareas que la profesión de la enseñanza le plantea. Los estudiantes de la Escuelas Normal realizan sus prácticas profesionales en ámbitos reales de desempeño de esta manera se puede entender que la práctica es más que un saber hacer o un conocimiento a aplicar ya que ésta exige la articulación y armonización de distintos tipos de saber con la finalidad de que las decisiones que el estudiante tome se sustenten en las competencias que integran su perfil profesional. (SEP, 2012).

El estudiante como futuro docente influye de manera directa en el modo de pensar, aprender, enseñar y actuar de los individuos, por lo que el estatus de una profesión de alto nivel, implica que los futuros docentes y formadores de docentes tengan la "...urgencia de una preparación docente amplia y profunda para forjar el "nuevo educador" y el "nuevo rol docente" requerido para llevarlo adelante, pero no obstante, el docente de este fin-inicio de milenio, esta empobrecido, con menos prestigio, respeto y estatus que el de mitad de siglo, y enfrentado a una tarea mucho más compleja, exigente y vigilada que la de entonces." (Torres, 2000: 6). Su función enfrentada a situaciones conflictivas y reales le exige y le provoca la reconstrucción crítica de su pensamiento y de su acción, misma que parafraseando a Jimeno & Pérez (1992) requiere la transformación radical de las prácticas pedagógicas y sociales que tienen lugar en el aula y en el centro y de las funciones y competencias del profesor(a).

A través de Inciarte & González (2009) se aborda la importancia de las competencias profesionales en la educación superior, definiendo a las competencias del docente de Educación Superior, como mediador en los Procesos de Investigación y Evaluación de los Aprendizajes, pero parte del marco teórico también se centra en la conceptualización de competencia por autores como Campero citado por Canquiz (2006) "Las competencias devienen de las calificaciones profesionales, vistas estas últimas como un conjunto de tareas complejas e interdependientes, inherentes a un oficio o trabajo". Según León (2001) la competencia es un aprendizaje complejo que integra conocimientos, habilidades, aptitudes, valores y actitudes, es decir, las competencias deben ser entendidas como un instrumento integrador de saberes: conceptual (mundo del saber), procedimental u operativo (mundo del hacer) y el axiológico, ontológico y actitudinal (mundo del ser) y del convivir (vivir en comunidad). Pinto (1999) por su parte, entiende por competencia a la capacidad para actuar con eficiencia, eficacia y satisfacción sobre algún aspecto de la realidad personal, social, natural o simbólica. Cada competencia viene a ser un aprendizaje complejo que integra habilidades, aptitudes y conocimientos básicos. Las mismas se desarrollan a través de experiencias de aprendizaje en cuyo campo de conocimiento se integran tres tipos de saberes: conceptual (SABER), procedimental (SABER HACER), y actitudinal (SER).

### *Metodología*

La presente investigación hizo uso del enfoque cualitativo, para Vuelvas (2002), pondera la naturaleza del fenómeno, percibiendo significados a los que se le asignan diversas valoraciones e interpretaciones y para Hernández (2008) el proceso es inductivo, recurrente y no tiene una secuencia lineal, además analiza la realidad subjetiva, sus bondades son la amplitud, la profundidad de ideas, la riqueza interpretativa y la contextualización del fenómeno. Además para Hernández, Pina et.al (2005) dicen que identificar las competencias es un proceso de

análisis cualitativo del trabajo que se lleva a cabo con el propósito de establecer los conocimientos, habilidades, destrezas y comprensión necesarios para desempeñar efectivamente una función laboral.

Por lo que la tarea fue identificar las competencias profesionales de la práctica profesional de los estudiantes de 7º semestre de la Escuela Normal de Coatepec Harinas, en el marco del Plan de Estudios 2012., para ello se eligió el Estudio de Caso (EC) porque permitió describir las competencias profesionales de los estudiantes en un contexto definido aunque es importante mencionar que el contexto social, histórico y cultural de la Institución le dio un matiz particular a la investigación., así como un sello de identidad al contexto en general y al tema de las competencias profesionales en la práctica profesional.

El muestreo fue intencionado, seleccionando a 21 estudiantes del 7º semestre de la Licenciatura en Educación Primaria para aplicarles como instrumento un cuestionario en línea y entrevistas, ambos instrumentos con preguntas abiertas. Dichos instrumentos con el propósito de identificar las competencias profesionales que se identifican en su práctica profesional en el marco del Plan de Estudios 2012.

La interpretación y análisis de las respuestas emitidas por los estudiantes, fueron concentradas y de ello se mencionan los siguientes hallazgos:

### *Resultados*

En lo que respecta saber si en las prácticas profesionales se encuentran presentes las competencias profesionales en el Marco del Plan de Estudios 2012, los estudiantes manifiestan que de 9 competencias profesionales que marca el perfil de egreso, solo 4 se reflejan en sus prácticas profesionales mientras que en cinco competencias se muestran resultados variados: alcance de los propósitos educativos, propiciar y regular espacios de aprendizaje incluyentes para todos los alumnos, utilización de recursos de la investigación educativa para enriquecer la práctica docente, evidenciándose la que especifica el uso de las TIC como herramienta de enseñanza y aprendizaje, por lo que Fernández (2009) reclama la capacitación de los profesionales de la educación en el dominio y explotación didáctica de las nuevas tecnologías tras reconocer que con su auxilio se puede lograr la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje en sintonía con los cambios que hoy se operan en la sociedad y en el individuo. Otra de las competencias profesionales que muestran resultados variados es la que a la letra dicen “Actúa de manera ética ante la diversidad de situaciones que se presentan en la práctica profesional” pues señalan que es necesario fomentar el profesionalismo y la ética profesional en su actuar debido a que tienen preferencia hacia algunos alumnos en las prácticas profesionales que realizan, particularmente hacia aquellos niños que tienen mejores calificaciones y que en ocasiones evalúan de acuerdo a la relación socio afectiva, dificultándoles separar los sentimientos personales con los sentimientos laborales, y en algunas de las ocasiones afectan de manera negativa en el alumnado, también expresan que no actúan de manera ética cuando se autoevalúan, por lo que es necesario trabajar ejercicios meta cognitivos para desarrollar la capacidad de “aprender a aprender”, pues Cabrera (2001) define a la meta cognición como aquella habilidad de la persona que le permite tomar conciencia de su propio proceso de pensamiento, examinarlo y contrastarlo con el de otros, realizar autoevaluaciones y autorregulaciones.

Una de las competencias profesionales que se refleja en su práctica profesional es la que refiere a “Diseña planeaciones didácticas...” manifestando el diseño de situaciones didácticas y estrategias de aprendizaje significativas, generando ambientes de aprendizaje óptimos para favorecer el aprendizaje, adquiriendo conocimientos pedagógicos y disciplinares respondiendo a las necesidades del contexto en el marco del plan y programas de educación primaria remitiéndose para su elaboración a la consulta y uso del plan y programa de estudio, siendo documentos base que tienen que conocer, emplear y evaluar en el ejercicio de su intervención docente.

Los estudiantes consideran que la competencia que refiere a “Emplea la evaluación para intervenir en los diferentes ámbitos y momentos de la tarea educativa” dicen que no la emplean en su totalidad debido a los tiempos destinados a cada tema y que se les dificulta llevarla a cabo, expresando que de manera inmediata aplican una evaluación cuantitativa con sus alumnos y no formativa y cualitativa. También expresan que se ha empleado poco la investigación para enriquecer la práctica docente y que es necesario desarrollar más el hábito de investigar, mencionan que es una herramienta medular en su formación.

### *Conclusiones*

Hoy es necesario e importante conocer las competencias que se consideran fundamentales para el desarrollo de la función docente y directiva “no sólo de la que tiene lugar al interior de las aulas, sino también de aquella que se realiza en el contexto institucional como actividad colegiada. (García, 2008:103). Asumir la participación de docente como mediador en la formación por competencias según el perfil de egreso de la Licenciatura en Educación

primaria como genéricas o profesionales implica enfrentar problemáticas y una revisión acerca de aquellas que se promueven y se aprende a aprender, además de que es un reto que se justifica en la necesidad de contribuir a mejorar la calidad de la educación que se imparte, otorgándole atención a la realidad educativa para lograr aprendizajes que se observen en el comportamiento de los sujetos.

En la Escuela Normal de Coatepec Harinas como Institución de Educación Superior 6 competencias profesionales que se enmarcan en el Plan de Estudios 2012 no se encuentran presentes en la práctica profesional de los estudiantes de 7º semestre, además esta no se apega a la tarea asentada en la misión institucional que a la letra dice: "...generar una práctica docente innovadora...", además de que lo deseable en dicho Plan de Estudios el nuevo enfoque pedagógico es por competencias y Ballester, Batalloso et.al (2000) argumentan que es necesario buscar estrategias didácticas alternativas que faciliten la autoevaluación por parte del propio alumnado, potenciando su autonomía, lo que le permitirá ser cada vez menos dependiente del juicio del profesorado en la evaluación de sus aprendizajes.

El desarrollo de competencias y aprendizajes por parte de los futuros docentes habrá de potenciarse en la medida en que éstos puedan utilizar los referentes conceptuales, metodológicos, didácticos, técnicos de manera pertinente de acuerdo con los contextos, los alumnos y su desarrollo psicociocognitivo, el nivel educativo y la cultura institucional., siendo necesario considerar a la práctica como un "objeto de reflexión, análisis y mejora".

La formación docente basada en la educación por competencias como una reflexión desde la práctica docente permitirá reorientar la práctica educativa y contribuir al logro del perfil de egreso.

#### *Recomendaciones*

- Es necesario que los estudiantes en sus tareas cotidianas que realiza en el salón de clase empleen una participación activa como referente para la reflexión, el análisis y la mejora de su práctica desencadenando procesos reflexivos y de crítica, así como su capacidad de argumentación, convirtiéndose en el referente para diseñar y aplicar propuestas cuyo fin será transformar su docencia y generar explicaciones fundamentadas del quehacer profesional que desarrollen con sus alumnos.
- Se recomienda trabajar la capacidad de reflexionar, analizar y mejorar la práctica profesional de cada uno de los estudiantes propiciando mayores niveles de autonomía y autorregulación.
- Se requiere de un acompañamiento que permita dialogar cara a cara las experiencias y los resultados que éstos adquieren durante sus intervenciones en las escuelas, realizando una autoevaluación constante del logro de las competencias profesionales en el Marco del Plan de Estudios 2012.
- Es preciso potenciar el aprendizaje autónomo, ético y responsable a partir de las decisiones que toman al momento de planificar, de elaborar o utilizar un tipo de material, de evaluar, emplear las Tic, organizar espacios incluyentes, emplear recursos de la investigación educativa para enriquecer su práctica docente e intervenir de manera colaborativa con la comunidad escolar.
- Se recomienda dar un seguimiento puntual al portafolio de evidencias, los diarios, los planes de clase, algunos ejemplos de los trabajos realizados por los alumnos, las evaluaciones de éstos, que sirvan como referente para reflexionar y analizar permanentemente la práctica del estudiante y dar cuenta del logro de las competencias profesionales.
- Es necesario generar investigaciones que den cuenta del impacto que tendría la educación al tener docentes competentes con un perfil docente acorde a las sociedades generadoras de conocimiento.
- En las prácticas que se realizan al interior del aula, se recomienda que los docentes promuevan procesos constantes y permanentes de autorreflexión como la mejor vía de formación permanente y perfeccionamiento docente, para dar paso a nuevos planteamientos y desafíos en todos los ámbitos desde el contexto actual en el que labora y se desenvuelve pues "La práctica es un conjunto de acciones esquematizadas, basadas en un cuerpo de conocimientos, habilidades y hábitos mentales que pueden ser definidos, enseñados y aprendidos de manera objetiva." Elmore, 2010. p.67) lo que implica una autorreflexión ante una variedad de realidades cambiantes, favoreciendo la capacidad para realizar intervenciones pertinentes e innovadoras prestas a la crítica y ejercicio de ser autoevaluada.
- Se recomienda realizar seminarios de apoyo y reflexión sobre los errores y aciertos de su propia práctica profesional, centrándose en el logro de las competencias profesionales que marca el Plan de Estudios 2012.

## Referencias

- Ballester, M., Bataloso, J.M., Calatuyud, M.A., Córdoba, I., Diego, J., Fons, M., et al (2000). Evaluación como ayuda al aprendizaje. Barcelona: Graó.
- Cabrera F.A. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso. Departamento de didáctica y organización educativa. Departamento de Métodos de investigación y diagnóstico en educación Universidad de Barcelona, Revista Española de Pedagogía. Año LIX, enero-abril, n.218, pp.25 a 48.
- Canquiz, Liliana (2004). Propuesta teórico-metodológica para diseñar y evaluar perfiles académico-profesionales. Tesis Doctoral. Universidad del Zulia, Facultad de Humanidades y Educación. Doctorado en Ciencias Humanas. Maracaibo, Venezuela.
- Elmore Richar. (2010). Mejorando la escuela desde el aula de clases.
- Fernández (2009) Competencias Profesionales Del Docente En La Sociedad Del Siglo Xxi. Artículo.
- García, Cabrero, Loredó y otros (2008). Aproximaciones teórico-metodológicas en los trabajos de la RIED: consideraciones en torno a la construcción de un modelo de evaluación de la práctica docente. En Rueda, M. (coordinador). La evaluación de los profesores como recurso para mejorar su práctica. México: UNAM/ Plaza y Valdés.
- Hernández, R. Fernández, C., y Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación (3a ed.). México, D.F.: McGraw Hill.
- Hernández Sampieri, Roberto, et. al, (2008). Metodología de la Investigación. México. Mc Graw Hill.
- Inciarte y González (2009). Competencias del docente de educación superior como mediador en los procesos de investigación y evaluación de los aprendizajes. Omnia, vol. 15, núm. 2, mayo-agosto, 2009., pp. 39-55. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Jiménez, Hernández & González. Et.al.(2013) Competencias profesionales en la educación superior: justificación, evaluación y análisis. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Cómputo.
- León, Margarita (2001). La Integración escuela-empresa: un enfoque teórico y metodológico. Pedagogía 2001. Curso 29. IPLAC. La Habana.
- Monereo, C. (2010) La formación del profesorado: una pauta para el análisis e intervención a través de incidentes críticos Revista Iberoamericana de educación, 52; 149-178.
- Oliva, Angel de Juanas. (Aproximaciones teóricas sobre las competencias del profesorado de educación superior. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Pavié, A. (2007). "La formación inicial docente: hacia un enfoque por competencias", en Revista Íber, n° 52, pp. 7-17.
- Pinto, Luisa (1999). Currículo por competencias. Necesidad de una nueva escuela. Revista Tarea, N. 43, Marzo 1999.
- SEP (2012). Plan de Estudios de la Licenciatura en Educación Primaria.
- Torres, Badillo, Valentin & Ramirez (2014). Las competencias docentes: el desafío de la educación superior. En Revista Innovación Educativa, ISSN: 1665-2673 vol. 14, número 66 | septiembre-diciembre, 2014.
- Vuelvas, Salazar, Bonifacio. (2002). "El sentido y el valor. En busca de un modelo de Orientación Educativa". Editor Angelito.
- Zoia Bozu1 y Pedro José Canto Herrera. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. En Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria. Vol. 2, N° 2, 87-97. Universidad de Barcelona (España). Universidad Autónoma de Yucatán (México).

# CALIDAD NUTRACÉUTICA DE TOMATE CHERRY TRATADO CON SELENIO IÓNICO Y ABSORBIDO EN COMPLEJOS DE POLIACIDO ACRÍLICO-QUITOSAN

MC Paola Catalina Leija Martínez<sup>1</sup>, Dra. Susana González Morales<sup>2</sup>, Dr. Adalberto Benavides Mendoza<sup>3</sup>, Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente<sup>4</sup>, Dr. Armando Robledo Olivo<sup>5</sup> y Dra. Hortensia Ortega Ortiz<sup>6</sup>

**Resumen**—El selenio es considerado un elemento benéfico para los cultivos hortícolas puesto que tiene un efecto sobre su metabolismo redox por medio de la inducción de síntesis de antioxidantes, los cuales al acumularse en los órganos de consumo humano resultan en cultivos nutraceuticos, los cuales se definen como alimentos con sustancias dietéticas bioactivas que proporcionan beneficios para la salud humana más allá de la provisión de nutrición. En el presente trabajo se realizó la aplicación de selenio en forma iónica y en complejos de PAA-Qs en plantas de tomate cherry; se analizó el contenido de proteínas, compuestos fenólicos, licopeno, vitamina C, glutatión y antioxidantes enzimáticos como catalasa y glutatión peroxidasa. Se evaluó la productividad del cultivo a través de la cuantificación de biomasa acumulada y rendimiento total. El selenio aplicado en complejos de PAA-Cs induce la síntesis de antioxidantes en los frutos de tomate cherry.

**Palabras clave**—antioxidantes, nutraceutico, tomate cherry, selenio, biopolímeros.

## Introducción

A nivel mundial, el interés por el impacto biológico de selenio (Se) sobre la calidad de los alimentos es cada vez mayor, ya que este elemento es un micronutriente esencial para los seres humanos y los animales (Smoleń et al., 2016). La baja ingesta de selenio puede resultar en varios trastornos de salud, incluyendo enfermedades del corazón, disminución de la fertilidad, el hipotiroidismo, las condiciones relacionadas con el estrés oxidativo, y debilidad en el sistema inmunológico (Schiavon et al., 2016). El bajo contenido de selenio en formas disponibles para las plantas en la solución del suelo es una de las principales causas de su insuficiente transferencia en el sistema suelo-planta-consumidor. Varios reportes de investigaciones relacionados con el selenio han proporcionado pruebas de que la administración de suplementos de fertilizantes comerciales con selenato de sodio afecta positivamente no sólo el valor nutritivo de toda la cadena alimentaria, sino también al rendimiento de los cultivos (Hartikainen, 2005). Se sabe que el selenio está relacionado con el metabolismo antioxidante a través de su rol como cofactor de selenoenzimas, por esto, la deficiencia en su consumo puede inducir cambios en el balance redox celular, y su ingesta promueve la síntesis de compuestos antioxidantes. El consumo de alimentos con altas concentraciones de antioxidantes contribuye a la protección de las células frente al estrés oxidativo y a la prevención de algunas enfermedades degenerativas. Los radicales libres causan reacciones en cadena oxidativas que pueden ser neutralizadas por la acción de sistemas antioxidantes, incluidas enzimas tales como la catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPX) (Castillo-Godina, Foroughbakhch-Pournavab, & Benavides-Mendoza, 2016). Por lo general, las enzimas antioxidantes utilizan elementos traza como cofactores, tal es el caso del selenio en la GPX. Los biopolímeros como el quitosán (Qs) y poliácido acrílico (PAA) pueden formar cápsulas a las que se les puede agregar un ingrediente activo usando un sistema acuoso a temperatura ambiente. El quitosán es un polímero lineal formado por monómeros de D-Glucosamina, es un producto natural derivado de la quitina la cual se deriva de las conchas de crustáceos principalmente. Por otra parte, el poliácido acrílico, es un polímero formado estructuralmente por la unión de unidades monoméricas repetitivas de ácido acrílico, perteneciente a la familia de los acrilatos, que son polímeros que pertenecen a un tipo de polímeros vinílicos. La mezcla entre polímeros naturales y polímeros sintéticos posee un amplio rango de propiedades físicoquímicas y técnicas de procesamiento relativamente sencillas que provienen de los polímeros sintéticos y una adecuada

<sup>1</sup> MC Paola Catalina Leija Martínez es estudiante del Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [pclm15@hotmail.com](mailto:pclm15@hotmail.com)(autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Susana González Morales, profesor investigador UAAAN-CONACYT Saltillo, Coahuila. [qfb\\_sgm@hotmail.com](mailto:qfb_sgm@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Adalberto Benavides Mendoza es profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [abenmen@gmail.com](mailto:abenmen@gmail.com)

<sup>4</sup>El Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente, es profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [cafum7@yahoo.com](mailto:cafum7@yahoo.com)

<sup>5</sup>El Dr. Armando Robledo Olivo, es profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [armando.robledo@outlook.com](mailto:armando.robledo@outlook.com)

<sup>6</sup>La Dra. Hortensia Ortega Ortiz, es investigadora en el Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila. [hortensia.ortega@ciqua.edu.mx](mailto:hortensia.ortega@ciqua.edu.mx)

biocompatibilidad proveniente de los polímeros naturales. La formación de complejos entre materiales naturales y polímeros sintéticos, confiere aplicaciones variadas, brindando muchas posibles aplicaciones tales como la inmovilización y liberación prolongada de varios elementos químicos o agentes bioactivos.

### Descripción del Método

#### Establecimiento del experimento

Se realizó la siembra de semillas de tomate cherry Felicity en charolas germinadoras de polietileno. A 60 DDS se realizó el trasplante a contenedores de 10 L con sustrato compuesto de una mezcla de *Sphagnum peat moss* y perlita 1:1. Se instaló un sistema de riego por goteo localizado, a través del cual se llevó a cabo la nutrición, utilizando la solución nutritiva de Steiner (Steiner, 1984). Los tratamientos se aplicaron semanalmente, el selenio en dos formas, como dióxido de selenio y absorbido en el complejo PAA-Q, así como también se aplicó el complejo PAA-Q y un testigo, como se ilustra en la Tabla 1.

<b>T0</b>	Testigo
<b>T1</b>	Selenio 5 mg
<b>T2</b>	PAA-Cs Selenio 5 mg
<b>T3</b>	PAA – Cs

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados semanalmente.

Se realizó un muestreo destructivo a los 120 DDT, para la determinación de biomasa acumulada, crecimiento (diámetro de tallo, número de hojas), enzimas antioxidantes (CAT, GPX), glutatión y compuestos fenólicos totales. Durante el ciclo de cultivo se realizaron 5 cortes de frutos, para determinar el rendimiento por planta, así como análisis de los frutos obtenidos. Con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico ANOVA y prueba de medias LSD.

#### Resultados

Según los resultados obtenidos en los análisis estadísticos, la mayoría de las variables presentaron diferencias significativas. Como ilustra en la figura 1, el rendimiento expresado en kilogramos por planta de frutos producidos, fue mayor en las plantas tratadas con PAA Qs y PAA Qs + Se, esto resulta de gran importancia por la relevancia que implica entre los productores.

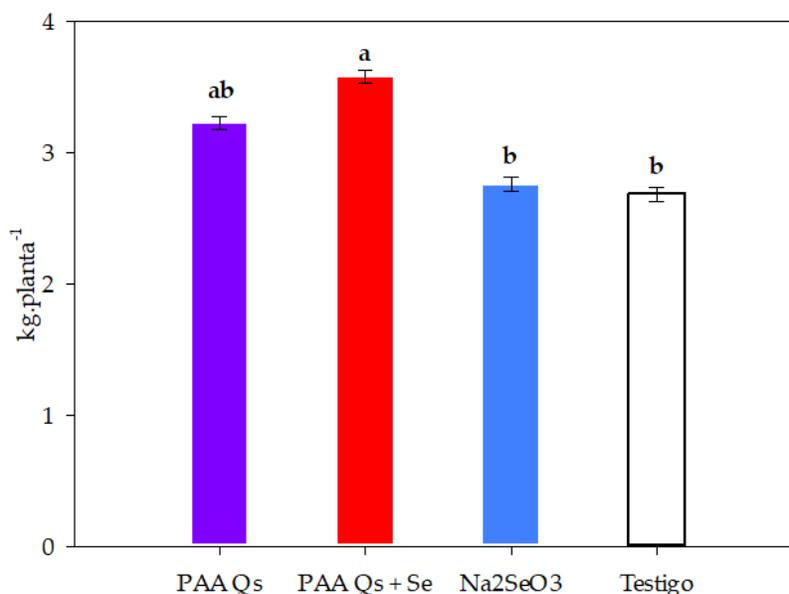


Figura 1. Comparación de medias de los diferentes tratamientos aplicados sobre el rendimiento de tomate cherry. Medias con letras repetidas no son estadísticamente diferentes.

De acuerdo con los resultados obtenidos como se observan en la tabla 2, la tasa de sólidos solubles se vio afectada por los tratamientos, siendo los tratamientos de poliácido-acrílico quitosán y poliácido-acrílico quitosán + selenio los que obtuvieron mayores valores en esta variable. De igual manera, las plantas con los tratamientos que contenían selenio entre sus componentes ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  y PAA Qs + Se) produjeron frutos con mayor firmeza con relación a aquellos que no contuvieron selenio. Por otra parte, todos los tratamientos aplicados produjeron frutos con mayores diámetros (tanto polar como ecuatorial) con respecto al testigo.

TRATAMIENTO	TSS (° Brix)	FIRMEZA (Kg.cm <sup>-2</sup> )	DP (mm)	DE (mm)	N.º FRUTOS (#)
PAA Qs	8.60 a	2.96 b	35.92 a	37.47 a	153.40 ab
PAA QS Se	8.22 a	4.44 a	36.19 a	38.99 a	170.80 a
$\text{Na}_2\text{SeO}_3$	7.28 b	4.12 a	35.29 a	36.55 a	129.00 b
TESTIGO	6.92 b	3.04 b	28,94 b	31.27 b	120.40 b

Tabla 2. Comparación de medias LSD de los diferentes tratamientos en las variables TSS: tasa de sólidos solubles; Firmeza; DP: Diámetro polar de frutos; DE: Diámetro ecuatorial de frutos. Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ).

En el análisis de la biomasa, expresada en peso seco, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, así como tampoco en la variable de número de hojas, como se muestra en la tabla 3. Por otro lado, los tratamientos de PAA Qs y PAA Qs + Se indujeron un engrosamientos en los tallos al presentaron mayores valores en el diámetro de tallo.

TRATAMIENTOS	N.º HOJAS (#)	DT (mm)	RENDIMIENTO (Kg.planta <sup>-1</sup> )	BIOMASA (g)
PAA Qs	32.80 a	19.92 a	3220.22 ab	609.73 a
PAA QS Se	29.60 a	18.96 ab	3577.86 a	610.24 a
$\text{Na}_2\text{SeO}_3$	31.60 a	16.01 bc	2756.63 b	526.46 a
TESTIGO	27.80 a	14.16 c	2678.83 b	586.02 a

Tabla 3. Comparación de medias LSD de los diferentes tratamientos en las variables Número de hojas; DT: Diámetro de tallo; Rendimiento; Biomasa. Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ).

En cuanto a las variables bioquímicas expresadas en la tabla 4, no existió diferencia significativa en la variable de proteínas totales. En los compuestos fenólicos totales, todos los tratamientos obtuvieron mayores valores con respecto al testigo. En la actividad enzimática de catalasa, existió una inducción al aplicar todos los tratamientos con respecto al testigo. La actividad enzimática de glutatión peroxidasa no se vio afectada por los tratamientos aplicados. El contenido de glutatión, disminuyó en los frutos de las plantas con PAA Qs y PAA Qs + Se, con respecto al testigo. En los frutos con aplicaciones de PAA Qs y PAA Qs + Se se encontró una mayor concentración de licopeno por 100 g de peso fresco.

TRATAMIENTO	PROT (µg.g)	FEN (µg.g)	CAT (mM $\text{H}_2\text{O}_2/\text{min}/\text{prot}$ )	GPX (mg.L <sup>-1</sup> GSH/min/prot)	GSH (mg.L <sup>-1</sup> )	LICO (mg.100 g PF)
PAA Qs	7.71 a	53.44 a	4.17 a	8.35 a	77.9 b	4.03 a
PAA QS Se	7.70 a	65.71 a	5.52 a	7.89 a	81.79 b	4.02 a
$\text{Na}_2\text{SeO}_3$	7.73 a	64.08 a	5.76 a	8.84 a	90.02 ab	1.76 b
TESTIGO	6.59 a	37.13 b	1.71 b	8.90 a	96.71 a	2.35 b

Tabla 4. Comparación de medias LSD de los diferentes tratamientos en las variables PROT: proteínas totales; FEN: compuestos fenólicos totales; CAT: Actividad enzimática de catalasa; GPX: Actividad enzimática de glutatión peroxidasa; GSH: Concentración de glutatión; LICO: contenido de licopeno. Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ).

### Discusión

Puesto que el rendimiento es uno de los parámetros de mayor importancia entre los productores agrícolas, es indispensable integrarlo entre las variables que se evalúan en las diferentes investigaciones. En este caso, con los tratamientos que se plantearon en el experimento se logró obtener un mayor rendimiento por planta: al aplicar los complejos de biopolímeros hubo una inducción en la producción de frutos con respecto a las plantas con el manejo convencional, representado en este experimento como el testigo.

De igual manera, las plantas con los complejos de biopolímeros produjeron un mayor número de frutos, esto es de vital importancia económica para el cultivo de tomate cherry puesto que en ocasiones se comercializa por pieza.

La calidad del fruto también se vio aumentada al aplicar PAA Qs + Se, esto a través de la inducción de sólidos solubles totales, los cuales dan el sabor característico del tomate cherry, además de la firmeza, la cual es un parámetro muy importante sobre todo en la post cosecha ya que es un factor determinante en la vida de anaquel, dando más oportunidad para la comercialización en lugares lejanos de donde se realizó el cultivo.

Además de los parámetros mencionados que determinan la calidad convencional del cultivo, la tendencia actual es no solamente producir altos volúmenes de cosecha sino también producir alimentos funcionales o nutraceuticos, los cuales contengan una mayor concentración de antioxidantes de manera que resulten benéficos a la salud del consumidor. Desde esta perspectiva, se buscó aumentar el contenido de algunos de los antioxidantes que se encuentran en los cultivos, y se encontraron resultados positivos en los compuestos fenólicos totales, actividad enzimática de catalasa, actividad enzimática de catalasa, así como en la concentración de antioxidantes no enzimáticos como lo es el licopeno, el cual es un pigmento responsable de la coloración roja del tomate cherry, y que es un poderoso antioxidante que a los humanos consumidores ayuda a prevenir enfermedades degenerativas por medio de su consumo habitual.

### Conclusiones

Con la aplicación de selenio incorporado en un complejo de biopolímeros es posible aumentar el rendimiento del cultivo de tomate cherry tanto en kilogramos por planta como en número de frutos.

Además, es posible aumentar la calidad organoléptica puesto que se producen más sólidos solubles, lo que da un mejor sabor para el consumidor.

Aplicando selenio y complejos de poliácido acrílico quitosán, se pueden obtener frutos con propiedades nutraceuticas, asegurando un alto consumo de antioxidantes únicamente con la adición de tomate cherry producido bajo estas condiciones en la dieta diaria.

### Referencias

- Castillo-Godina, R. G., Foroughbakhch-Pournavab, R., & Benavides-Mendoza, A. (2016). Effect of selenium on elemental concentration and antioxidant enzymatic activity of tomato plants. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18(1), 233–244.
- Hartikainen, H. (2005). Biogeochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. In *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* (Vol. 18, pp. 309–318). <http://doi.org/10.1016/j.jtemb.2005.02.009>
- Schiavon, M., Berto, C., Malagoli, M., Trentin, A., Sambo, P., Dall'Acqua, S., & Pilon-Smits, E. A. H. (2016). Selenium Biofortification in Radish Enhances Nutritional Quality via Accumulation of Methyl-Selenocysteine and Promotion of Transcripts and Metabolites Related to Glucosinolates, Phenolics, and Amino Acids. *Frontiers in Plant Science*, 7(September), 1371. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.01371>
- Smoleń, S., Skoczylas, Ł., Ledwożyw-Smoleń, I., Rakoczy, R., Kopec, A., Piątkowska, E., ... Kapusta-Duch, J. (2016). Biofortification of Carrot (*Daucus carota* L.) with Iodine and Selenium in a Field Experiment. *Frontiers in Plant Science*, 7(May), Article 730. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.00730>

# ESTRÉS SALINO E INJERTO SOBRE EL RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE TOMATE EN UN SISTEMA NFT

Israel Leon Calvario<sup>1</sup>, Adalberto Benavides Mendoza<sup>2</sup>,  
Alberto Sandoval Rangel<sup>3</sup>, Antonio Juárez Maldonado<sup>4</sup> y Marcelino Cabrera De la Fuente<sup>5</sup>

**Resumen.-** El objetivo del estudio fue conocer los efectos del estrés salino a diferentes concentraciones a base de NaCl sobre el rendimiento de plantas de tomate injertado y sin injerto en condiciones de un sistema NFT. Dicha investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, dentro del departamento de Horticultura; se tuvieron 6 tratamientos, los cuales consistieron en plantas de tomate injertado y no injertado a concentraciones de 0, 50, y 100 Mm de NaCl. Se observó que los efectos del cloruro de sodio tienen una relación inversa respecto a los rendimientos ya que a medida que aumentan la concentraciones de sales en la solución nutritiva los rendimientos se ven disminuidos, pero en mayor medida en las plantas no injertadas. Por esto se concluye que el injerto es una herramienta importante para disminuir los efectos negativos provocados por el medio salino sobre el rendimiento agronómico en plantas de tomate.

**Palabras clave.-** Injerto, NaCl, Estrés salino.

## Introducción

La salinización de los suelos agrícolas es quizás uno de los problemas más serios que enfrenta la agricultura en nuestros días, se estima que aproximadamente, 62 millones de hectáreas (20 %) de las tierras irrigadas del mundo se encuentra afectadas por este problema (FAO, 2015). En México el proceso de salinización afecta el 3.2% de su territorio, principalmente en los estados de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas (SEMARNAT 2009)

La presencia de sales en el suelo es considerada un factor limitante para el rendimiento de los cultivos cuando las plantas son afectadas por la salinidad se da una disminución de los rendimientos, sin embargo (Goykovic, 2007).

El tomate es la hortaliza más importante en México ya que representa el principal producto de exportación por desgracia es un cultivo medianamente susceptible a la salinidad (Bastida, 2012). De acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, durante 2014 la producción anual de tomate fue de alrededor de 2.8 millones de toneladas. La mayoría de la producción se exporta a Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos (SIAP, 2015)

La importancia del tomate se debe a que es un producto básico y es consumido de manera fresca o como ingrediente en salsa, caldos, puré entre otros además de ser considerado un producto muy saludable por la baja cantidad de calorías y grasas pero también por el alto contenido de vitaminas, además de contener un alto índice de licopeno que es un carotenoide con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y quimioterapéuticas sobre las enfermedades cardiovasculares neurodegenerativas y algunos tipos de cánceres (Bojórquez *et al.*, 2012).

Mitigar los efectos negativos de la salinidad tendrá un impacto positivo en la producción de tomate (Cuartero *et al.*, 2006). En las últimas décadas se ha optado por el uso de injertos como una alternativa para evitar el estrés debido a la salinidad, se aprovechan además otras cualidades del porta injerto como lo es mejorar el vigor de la planta y de esta manera lograr un aumento en la producción (Chew, 2012). Turhan *et al.* (2011) menciona que el injerto de tomate comercial en portainjertos seleccionados capaces de reducir el efecto de la salinidad evitan o reducen las pérdidas de producción causadas por la salinidad o estrés hídrico.

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Ciencias en Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, actualmente cursando el segundo semestre. israel\_leon\_92@outlook.com

<sup>2</sup> El Dr. Adalberto Benavides es profesor investigador, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. abenmen@gmail.com

<sup>3</sup> El Dr. Alberto Sandoval es profesor investigador, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, es también coordinador de la Maestría en Ciencias en Horticultura. asandovalr16@gmail.com

<sup>4</sup> El Dr. Antonio Juárez Maldonado es profesor investigador del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Juma841025otmail.com

<sup>5</sup> El Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente es profesor investigador, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, es también coordinador del Doctorado en Ciencias en Agricultura Protegida. (Autor correspondiente) cafum7@yahoo.com

Por otra parte, la hidroponía es un sistema de producción el cual incluye una solución nutritiva y puede tener o no un medio físico de soporte para la planta (Bastida, 2012). Este método de producción se encuentra clasificado en dos sistemas uno abierto y uno cerrado. En el sistema cerrado se aplica la solución nutritiva a la raíz pero no es reusada y en el sistema cerrado la solución se aplica a la raíz y el excedente se recicla logrando así un óptimo aprovechamiento de los recursos (Lara-herrera, 2012).

## **Descripción del Método**

### *Ubicación del experimento*

El experimento se realizó en un invernadero de 70m cuadrados y de mediana tecnología perteneciente al departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### *Establecimiento del cultivo*

Las plantas de tomate fueron establecidas en un sistema NFT que consiste en una película de nutrientes que corre dentro de una tubería de pvc de 6 pulgadas y en la cual se encuentran sumergidas las raíces, esta solución nutritiva se encuentra en constante recirculación con ayuda de una bomba sumergible localizada en el fondo de una tina, cuya función es recolecta y almacena para ser reingresada al sistema

### *Material vegetal*

Como variedad se utilizó un tomate de nombre comercial Lezaforta, que es un tomate tipo bola de crecimiento indeterminado de altos rendimientos, forma del fruto globo, tamaño extra grande con un peso promedio de 250 a 300gr por fruto. Como como portainjerto utilizaremos un tomate de nombre comercial Fortamino que es un tomate de vigor muy alto con resistencia a fusarium.y recomendado para suelos salinos. Ambos pertenecientes a la casa sencillera enza zaden

### *Producción de la plántula*

El patrón se sembró en el mes de mayo del 2017 a los 6 días posteriores la variedad, la realización del injerto se llevara a cabo cuando la planta tenían un tallo de aproximadamente 3 mm de diámetro, se realizo el injerto de tipo empalme y posteriormente las plantas injertadas se conservaron durante 15 días en un cámara de prendimiento con una humedad relativa del 95% y una temperatura de 28°C

### *Trasplante*

El trasplante se llevo a cabo a los 22 días después de haber realizado el injerto las plantas fueron colocadas sobre la tubería de pvc, también conocidos como canales de cultivo los cuales fueron perforados por la parte superior con círculos de cinco centímetros de diámetro y sobre los cuales se colocaron unas canastillas perforadas especiales para hidroponía y en estas se depositaron las plantas para su libre y adecuado desarrollo

### *Manejo nutricional*

El desarrollo del cultivo fue mediante la solución nutritiva Steiner (1961) respecto al método universal adicionada con las diferentes concentraciones de NaCl como inductor del estrés salino además se manejó en función de la etapa fenológica quedando de la siguiente manera:

Etapa	Concentración
Inicio de crecimiento vegetativo	25%
Crecimiento vegetativo pleno	50%
Floración y amarre de frutos	75%
Llenado de frutos y cosecha	100%

Cuadro 1: Manejo de la concentración nutricional en función de la etapa fenológica

#### Diseño de los tratamientos

Para el diseño de los tratamientos tomaremos en cuenta dos factores que son plantas con y sin injerto y tres niveles de concentración de NaCl para cada caso. Los tratamientos serán evaluados mediante un diseño factorial 3x2 completamente al azar con 16 unidades experimentales por tratamiento totalizando en 96 unidades experimentales.

Tratamientos	Descripción
1	Tomate injertado + solución Steiner + 0 mM de NaCl
2	Tomate injertado + solución Steiner + 50 mM de NaCl
3	Tomate injertado + solución Steiner + 100 mM de NaCl
5	Tomate sin injerto + solución Steiner + 0 mM de NaCl
6	Tomate sin injerto + solución Steiner + 50 mM de NaCl
7	Tomate sin injerto + solución Steiner + 100 mM de NaCl

Cuadro 2: Descripción de los tratamientos

#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza con ayuda del software Infostat versión 2017 utilizando el test de comparaciones de medias LSD ( $P \leq 0.05$ ).

#### Resultados

En el cuadro 3 se observan los resultados obtenidos y el nivel de significancia de las diferentes variables agronómicas evaluadas

Tratamientos	PF g	NF	AP m	SST Brix	FF lb
1	205.45 a	12.38 a	2.41 a	3.99 d	1.91 a
2	67.59 c	12.00 ab	1.73 b	8.84 b	1.36 bc
3	40.54 d	5.12 c	1.32 c	11.75 a	1.21 c
4	184.41 b	12.06 ab	2.29 a	4.08 d	1.61 b
5	75.88 c	10.19 b	1.66 b	7.53 c	1.17 c
6	36.46 d	5.56 c	1.31 c	12.00 a	1.10 c
Significancia	*	*	*	*	*

\*=Nivel de significancia al 0.05, NF= Numero de frutos por planta, FF= Firmeza de frutos, SST=Solidos solubles totales, PF=Peso de fruto, AP= Altura de planta

Cuadro 3. Análisis de varianza y comparación de medias de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos

#### Discusión

Colla *et al.* (2006) menciona que el estrés abiótico causado por las condiciones salinas en las cuales se desarrollan las plantas afectan de manera directa el rendimiento y la producción de biomasa en plantas de pepino y calabacín cultivado en condiciones hidropónicas (Rouphael *et al.*, 2006) de esta manera se observó que a medida que aumentamos la concentración de NaCl en la solución nutritiva disminuyo el tamaño y peso de fruto así como la cantidad de frutos por planta siendo las plantas con mayores rendimientos aquellas que no fueron sometidas a estrés salino pero de manera general se observó una mayor cantidad y tamaño de frutos en las plantas injertadas que en las no injertadas. Según Munns (2005) esto se debe a dos razones una es la alta presión osmótica que se encuentra fuera de la planta precisamente en la zona donde se desarrolla la raíz y la otra razón es el exceso de acumulación de sales

en las vacuolas de la célula dando como resultado una intoxicación en el interior de la planta. Santa-Cruz *et al.* (2002) en una investigación en la cual utilizó un portainjerto resistente a la salinidad para injertarlo con plantas de tomate sensibles “Moneymaker” y estas mismas autoinjertadas las cuales fueron regadas con agua salina a una concentración de 50 mM de NaCl obtuvo resultados similares observándose una mayor crecimiento y rendimiento de la fruta cultivada con porta injertos resistentes

Para el caso de la altura de plantas aquellas que fueron injertadas lograron alcanzar una altura mayor que las no injertadas aun que aquellas que se encontraban a las mismas concentraciones resultaron ser estadísticamente iguales Borgognone *et al.* (2013) y Yetişir *et al.* (2008) reporta en plantas de sandía y tomate respectivamente una disminución de toda la parte aérea observándose valores más altos de peso seco en las plantas injertadas de la misma manera Karaca *et al.* (2012) reporta que en tomates injertados tuvo un aumento significativo en diámetro y altura de tallos teniendo de esta manera plantas más vigorosas que las no injertadas

Respecto a la cantidad de sólidos solubles totales (SST) que es uno de los factores más importantes para la calidad de las frutas observamos que las plantas no injertadas fueron las que obtuvieron en general valores más grandes que las injertadas datos similares reporta Turhan *et al.* (2011) por todo esto Flores *et al.* (2010) sugiere que la razón por la cual las plantas no injertadas obtuvieron un mayor contenido de SST es porque fueron estas las más estresadas debido a una mayor dificultad en la absorción de agua que se refleja en un contenido reducido de agua en el fruto y para el caso de la firmeza los resultados se comportaron de manera inversa ya que las plantas injertadas al tener un mayor contenido de agua logran mantener una mayor firmeza que las no injertadas lo que le confiere una cualidad importante para la conservación y vida de anaquel

#### Conclusiones

En general las plantas que fueron injertadas son una buena herramienta para contrarrestar hasta cierto punto los efectos negativos provocados por el estrés salino ya que nos ayudan a mejorar de manera significativas algunas variables agronómicas importantes para lograr las metas del sistema productivo

#### Referencias bibliográficas

- Bastida, O. A. (2012). Métodos de cultivo hidropónico de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero basados en doseles escaleriformes, 110.
- Borgognone D, Colla G., Roupael Y., Cardarelli M., Rea E., Schwarz D. Efecto de la forma del nitrógeno y el pH de la solución nutriente sobre el crecimiento y la composición mineral de los tomates auto injertados y injertados *Sci. Hortic.* , 149 ( 2013 ) , pp. 61 – 69
- Colla G., Roupael Y., Cardarelli M., Massa D., Salerno A., Rea Yield E., calidad de fruta y composición mineral de plantas de melón injertadas cultivadas en condiciones Salinas *J. Hort. Sci. Biotechnol.* , 81 (2006) , pp. 146 – 152
- Cuartero, J., Bolarin, M.C., Asins, M.J., Moreno, V. 2006. Increasing salt tolerance in the tomato. *J. Exp. Bot.* 57, 1045–1058.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2000. Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. FAO. Land and Plant Nutrition Management. Rome, Italy.
- Flores FB, Sánchez-Bel P., Estañ MT, Martínez-Rodríguez MM, Moyano E., Morales B., Campos JF, García-Abellán JO, Egea MI, Fernández-García N., Romojaro F., Bolarín MC La efectividad de injertos para mejorar la calidad de la fruta del tomate
- Goykovic, V., & Saavedra Del Real, G. (2007). Algunos Efectos De La Salinidad En El Cultivo Del Some Effects of Salinity on the Tomato Cultivars and. *Idesia*, 25, 47–58.
- Yetişir H., Şakar M., Serçe S. Colección y caracterización morfológica del germoplasma de *Lagenaria siceraria* forman la región mediterránea de Turquía *Gineta. Resour. Crop Evol.* , 55 ( 2008 ) , pp. 1257 - 1266
- Karaca, F., Yetisir, H., Solmaz, L., Andir, E., Kurt, S., Sariand, N., Guler, Z., 2012. Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: plant growth, yield and quality. *Turk. J. Agric. For.* 36, 167–177
- Lara-herrera, A. (2012). Calcium in the Nutrient Solution on Tomato Hydroponic Production, (2003), 223–228.
- Roupael Y., Cardarelli M., Rea E., Battistelli A., Colla G. Comparación de los sistemas de subirrigación y riego por goteo para la producción de calabacín de invernadero con soluciones salinas y no nutritivas *Agric. Gestión del agua* , 82 ( 2006 ) , pp. 99 - 117
- Santa-Cruz MM, Martínez-Rodríguez FPérez-Alfocea., R. , Romero-Aranda R., Bolarin MC El efecto del portainjerto en la respuesta de la salinidad del tomate depende del genotipo del brote *Plant Sci.* , 162 ( 2002 ) , pp. 825 – 831

SAGARPA. 2015. Se consolida México como primer exportador mundial de tomate. acceso 09 de noviembre 2016.  
<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B466.aspx>

SEMARNAT. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. El Medio Ambiente en México: En Resumen 2009. México. Gobierno Federal. ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)) pp. 20-23

# ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE A BASE DE BIOSÓLIDOS COMO UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Biol. Juan Daniel Lepe Ríos<sup>1</sup>, M.E. Claudia Elena Parra Aburto<sup>2</sup>, Mayra Daniela García Cueva<sup>3</sup>, Kevin Andrés Sánchez Gonzalez<sup>4</sup>, Cesar Emmanuel Martínez Torres<sup>5</sup>.

**Resumen-** Los biosólidos generados en las plantas de tratamiento municipales representan una problemática como residuo orgánico en los vertederos, causando principalmente contaminación por lixiviados en los mantos frías. La aceptación de los mismos en los campos de cultivo es baja o nula en la región debido a los aspectos organolépticos del residuo y el tiempo de compostaje para ser asimilado por el suelo. El objetivo del proyecto fue generar un biofertilizante a base de biosólidos con la aplicación de la técnica japonesa bokashi que permite en quince días obtener un sustrato organolépticamente aceptable, rico en nutrientes esenciales y de rápida asimilación en el suelo y mejora en el crecimiento de plantas ornamentales y agrícolas.

**Palabras clave-** Biofertilizante, biosólidos, lixiviados, residuos orgánicos, nutrientes, suelo, bokashi.

## Introducción

Los biosólidos generados de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas-PTAR tienen un alto potencial para usos agrícolas debido a su contenido de materia orgánica y nutrientes (Kiely, 1999; EPA, 1999). Presentan tendencia a la compactación y baja porosidad que ocasionan dificultades durante su proceso de compostaje por una inadecuada aireación lo que se puede corregir adicionando materiales de soporte para mejora la porosidad y estructura de las pilas de composta y garantizar el ingreso del oxígeno necesario para favorecer las condiciones aeróbicas del proceso (Kuter et al., 1995). El lodo es fácilmente putrescible y el mal olor atrae vectores creando un problema de sanidad. La NOM-052-SEMARNAT-2005 lo considera como un residuo peligroso, por la cantidad de patógenos que puede contener. Los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002 es de <1000 NMP CF/g, <3 Salmonella spp/g y < 1 HH/g de lodo seco.

El municipio de Bahía de Banderas cuenta con la Mega Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que tiene una capacidad de 600 litros por segundo. Cuando se encuentra en su máxima capacidad de operación se calcula que se produzcan aproximadamente 36 toneladas de biosólidos por día, 1,116 toneladas por mes y 13,140 toneladas por año. Una forma de disponer adecuadamente el lodo y darle un valor agregado al biosólido es mediante una técnica de fermentación para la producción de un sustrato rico en nutrientes y de fácil aceptación para los agricultores y viveristas.

Los biosólidos contienen un valor nutrimental que mejora la fertilidad de los suelos y la producción de los cultivos (Kara et al., 2003); son ricos en materia orgánica (60 a 70%) y nutrimentos esenciales para el crecimiento de las plantas, como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Una tonelada de biosólidos puede contener de 37 a 50 kg de N y de 13 a 24 kg de P (Stehower, 2000). Lo anterior permite disminuir el uso de los fertilizantes comerciales, ya que en la actualidad el costo de los mismos es muy elevado. Con la aplicación de biosólidos en parcelas comerciales, (Shober et al., 2003).

En México los procesos más comunes para tratar los lodos son la digestión aerobia y el acondicionamiento con cal o estabilización por su facilidad de operación, y en menor proporción es usado en composteo y rara vez la digestión anaerobia (Moeller, 2000). Por lo general los lodos son dispuestos en rellenos sanitarios, en terrenos aledaños a las

<sup>1</sup> El Biol. Juan Daniel Lepe Ríos es Profesor de Botánica en el Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit. [jlepe@itbahiadebanderas.edu.mx](mailto:jlepe@itbahiadebanderas.edu.mx)

<sup>2</sup> La M.E. Claudia Elena Parra Aburto es Profesora de Microbiología en el Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit. [cparra@itbahiadebanderas.edu.mx](mailto:cparra@itbahiadebanderas.edu.mx)

<sup>3</sup> Mayra Daniela García Cueva es estudiante de octavo semestres del Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit. [a141032043@itbahiadebanderas.edu.mx](mailto:a141032043@itbahiadebanderas.edu.mx)

<sup>4</sup> Kevin Adres Sánchez González es estudiante de octavo semestre del Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit. [a141032041@itbahiadebanderas.edu.mx](mailto:a141032041@itbahiadebanderas.edu.mx)

<sup>5</sup> Cesar Emmanuel Martínez Torres es estudiante de octavo semestre del Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit. [a141032029@itbahiadebanderas.edu.mx](mailto:a141032029@itbahiadebanderas.edu.mx)

plantas de tratamiento de aguas residuales, en los tiraderos a cielo abierto o son incinerados (Rendón, 2003), ocasionando una problemática de contaminación en el suelo donde son depositados por la exposición de los microorganismos patógenos al ambiente.

En el composteo, la destrucción de los microorganismos patógenos se evalúa a través de la cuenta viable de coliformes fecales, microorganismos indicadores de bacterias como *Salmonella spp* (Haug, 1993, Atlas y Bartha, 2006). La temperatura mínima requerida para destruir microorganismos patógenos es de 50°C (Haug 1993), la *Salmonella typhi*, *Salmonella spp* y *Escherichia coli* son destruidos a 55°C en una hora y los huevos de *Ascaris Lumbricoides* a 50°C también en una hora (Haug, 1993, Tchobanoglous et al., 1993). Con base a uno de los objetivos del proyecto Implementación de un Vivero Agroforestal y elaboración de biofertilizantes en el Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, como una estrategia para la reforestación y uso sustentable de residuos orgánicos, se realizó el presente trabajo para producir un sustrato orgánico y de fácil asimilación en el suelo que responda a la problemática de los residuos producidos por la planta de tratamiento de la región.

## Descripción del Método

### *Ubicación Geográfica.*

El Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas se encuentra ubicado el Crucero a la Cruz de Huanacastle S/N. C.P. 63734 en el Municipio de Bahía de Banderas. Las coordenadas 20° 45' 49" N, 105° 22' 16" O.

### *Método de fermentación.*

El proceso de fermentación se llevó a cabo mediante la innovación de una técnica de composteo tipo bokashi aplicando algunas modificaciones para tener un mejor rendimiento de la estabilización del biosólido y garantizar la ausencia de los patógenos en el sustrato.

Durante el proceso se regula la temperatura para que se mantuviera en un promedio no mayor a 55°C mediante la aireación los primeros cinco días con frecuencia de dos veces por día. Para evitar el aumento de la temperatura que no debe de alcanzar los 70°C en lo cual pueden morir las bacterias benéficas, al sexto día la temperatura empieza a disminuir por lo cual inicia la aireación una vez al día por los próximos diez días, tiempo necesario para que el resultado sea un sustrato homogéneo con características organolépticas aceptables para su uso.

### *Muestreo y análisis.*

Los muestreos se consideraron con dos lotes tomando 500 g de sustrato a 20 cm de la superficie. De lo cual se tomó una submuestra de un gramo para el análisis de las pruebas. El gramo fue diluido en 100 ml de agua destilada.

Para la determinación de los coliformes fecales se llevó a cabo por la técnica de placa con el medio Agar de bilis y rojo violeta como medio presuntivo y medio confirmativo Agar verde brillante, para la determinación de *Salmonella spp* y *Shigella* se aplicaron las técnicas en placa con el medio Agar Salmonella Shigella y McConkey. Aplicando la norma NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

### *Prueba de efectividad.*

Se realizó cultivo comparativo experimental de Maíz (*Zea mays*) en el cual se establecieron cuatro surcos, uno con fertilizante químico Triple 17, uno con biofertilizante a base de biosólido, uno con biofertilizante foliar y un testigo. Se sembraron treinta plantas por surco, con una distancia entre cada planta de 15 cm y una distancia entre surcos de 70 cm, en un terreno de 3 m x 5m, adicionando cada fertilizante en el surco respectivo cada quince días, La medición de las plantas se realizó semanalmente y se sacaron los promedios del crecimiento de las plantas por surco y se calculó la eficacia.

### *Resultados.*

Durante los primeros 5 días la mezcla alcanzo un promedio de 61°C debido a la gran actividad microbiana, dicha temperatura se mantuvo dentro del rango optimo debido a los procesos de aireación que se llevaban a cabo durante este periodo, al sexto día la temperatura empezó a disminuir debido a la disminución de la actividad microbiana. Se considera buen indicador de la fase final de la biooxidación de la materia orgánica y se da por terminada cuando la temperatura se mantiene constante y no varía con el mezclado (Iglesias y Pérez 1989). Finalmente, a los veinte días se obtuvo una mezcla homogénea libre de olor y patógenos, óptimo para el uso en los suelos de cultivo.

Las pruebas microbiológicas determinaron la ausencia de *Salmonella spp* y *Shigella* y en la determinación de coliformes fecales se obtuvieron resultados de 500 UFC/g encontrándose dentro del rango del límite máximo permisible con base a norma.

El pH es un factor importante en el proceso de la producción del sustrato. (Bertoldi et al., 1983) sugiere el pH óptimo de 5.5 a 8 y Rubio (1985) de 6.5 a 9. En el caso del sustrato obtenido se obtuvo un pH estabilizado de 6.

En la eficacia de crecimiento se observó un mejor rendimiento del biofertilizante a base de biosólidos obteniendo un promedio de 119.2 cm, seguido del fertilizante químico Triple 17 con un promedio de 110.8, el biofertilizante foliar presentó un promedio de 107.8 y por el último el testigo el cual obtuvo un promedio de 98.3. (Fig.1).

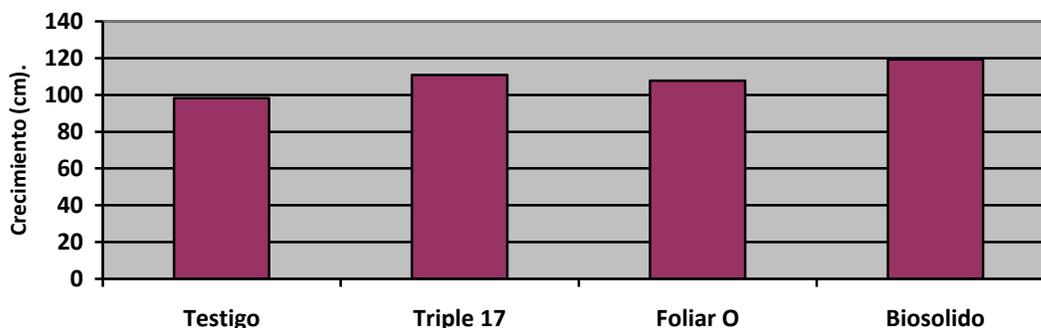


FIG.1. Promedio de crecimiento en las plantas de maíz.

### Conclusiones

La innovación de la técnica de composteo llamada bokashi permite acelerar el proceso de descomposición de los biosólidos debido a los materiales de soporte y a los materiales de enmienda que se emplean en este proceso, permitiendo la continua oxidación sin afectar a los microorganismos benéficos gracias al control de la temperatura resultado de la continua aireación que recibe la mezcla durante el proceso de degradación.

Por otra parte, las elevadas temperaturas que se producen en dicho proceso eliminan a los microorganismos patógenos, pero a su vez permitiendo la supervivencia de los microorganismos benéficos que se encuentran presentes en la mezcla permitiendo obtener un sustrato rico en nutrientes y a su vez confiable para su uso en la agricultura y viverismo.

### Recomendaciones

A los investigadores interesados en continuar con nuestra investigación podrían concentrarse en los análisis bromatológicos para comprobar los porcentajes químicos de los principales nutrientes presentes en el biofertilizante resultante de este proceso los cuales serían un factor importante para la comercialización del producto.

Los análisis bromatológicos deberán realizarse en un laboratorio certificado para autenticar los porcentajes de los nutrientes y a su vez respalden la calidad del producto para competir en el mercado.

### Referencias

- Atlas R.M. y Bartha R. (2006). Ecología microbiana y microbiología ambiental. En: Aspectos ecológicos en el control del biodeterioro y en la gestión de suelos, residuos y agua. 4ª ed. Pearson Educación, S. A. Madrid España. pp. 459-507.
- Bertoldi M., Vallini G. y Pera A. (1983). The biology of composting. Waste Manage Res. 1, 157-176.
- EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Biosolids generation, use, and disposal in the United States*. Washington, 1999.
- Haug R.T. (1993). The practical handbook of compost engineering. Lewis Publishers, EUA. 717 pp.
- Iglesias J.E. and Pérez G.V. (1989). Evaluation of city refuses compost maturity: A review. Biol. Waste 27, 115-142.
- Kara, Y., D. Basaran, I. Kara, A. Zeitunluoglu and H. Genci. 2003. Bioaccumulation of Nickel by aquatic Macrophyta Lemna minor (Duckweed). Inter. Agron. Biol. 5: 281-283.
- Kiely G. (1999). Tratamiento de residuos sólidos. En: Ingeniería ambiental. (Ed. A. Garcia). Mc Graw-Hill Interamericana de España, S. A. U. España, 843-931 pp.
- Kuter, G.; Blackwood, K.; L.F. Díaz, J.; Donovan, D.; Durfee, E.; Epstein, J.; Hay, M.; Lang, T.; Richard, G.; Savage, R.; Stratton, R.; Tardy, T.; Walsh, C.; Wilber III; Williams, T. Biosolids Composting. Water Environment Federation, Washington, 1995. 187 p.
- Moeller G. (2000). Tratamientos anaerobios de lodo residual. En: Curso Teórico-Práctico de Tratamiento de lodos residuales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Cuernavaca Morelos, México. 41 pp.

NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

Rendón G.M.R. (2003). Calidad nutrimental de compostas elaboradas con lodos residuales. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco Estado de México, 90 pp.

SEMARNAT (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental, lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Diario Oficial de la Federación, 15 de agosto de 2003.

SEMARNAT (2005). Norma oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 23 de junio de 2006.

Shober, A. L., R. C. Stehouwer, and K. E. Macneal. 2003. Farm assessment of biosolids effects on soil and crop tissue quality. *J. Environ. Qual.* 32: 1873-1880.

Stehouwer, R. C., A. M. Wolf, and W. Doty. 2000. Chemical monitoring of sewage sludge in Pennsylvania, variability and application uncertainty. *J. Environ. Qual.* 29: 1686-1695.

Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S.A. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering principles and management issues*. McGraw-Hill, International Editions. Singapur 978 pp.

# MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA CO-DIGESTIÓN ANAERÓBICA DE LODOS ACTIVADOS Y RESIDUOS AGROPECUARIOS EN DIGESTORES VERTICALES

Ing. Mara Alejandra Lerma García<sup>1</sup>, Dr. Cuauhtémoc Ulises Moreno Medina<sup>2</sup>, MC. Rafael Lucho Chigo<sup>3</sup>,  
Dr. Sergio Valle Cervantes<sup>4</sup> y Dr. Roberto Valencia Vázquez<sup>5</sup>

**Resumen**— Este trabajo presenta la aplicación del modelo AnaerobicDigestionModel No 1 (ADM1) para predecir los procesos fisicoquímicos y biológicos de la co-digestión anaeróbica de lodos activados y diferentes sustratos agropecuarios en digestores a escala laboratorio y piloto. Para implementar el modelo, se creó una interfaz amigable con el usuario mediante el software Matlab y su herramienta AppDesigner. La validación se realizó con datos de corridas experimentales de co-digestión de lodos activados residuales y residuos agropecuarios (estiércol porcino y vacuno). El modelo ADM1 es capaz de predecir los resultados experimentales previamente obtenidos, sobretodo los valores finales de la composición del biogás y de pH fueron calculados con una gran exactitud. La aplicación del modelo ADM1 puede ser una herramienta útil en la predicción de generación de biogás (cantidad y calidad) permitiendo ahorrar tiempos y costos de experimentación, siempre y cuando se conozcan las composiciones exactas de los sustratos.

**Palabras clave**— ADM1, Simulación, Co-digestión anaeróbica, Biogás.

## Introducción

Hoy en día, las fuentes alternativas de energía como biocombustibles y biogás se están volviendo necesarias. En este contexto, la digestión anaeróbica (DA) es una tecnología limpia que puede contribuir significativamente al suministro de energía mediante el aprovechamiento del biogás producido. Centrándonos en la producción de biogás, existen diferentes tipos de desechos que tienen un gran potencial de biogás: los residuos de las actividades agrícolas, los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales y los desechos sólidos municipales (Galí *et al.*, 2009).

Los residuos agrícolas comprenden una extensa familia de residuos que se pueden clasificar en dos tipos: residuos de frutas o plantas y estiércoles animales. Los cultivos energéticos y sus subproductos son muy comunes en el mundo de los biocombustibles debido a su alta capacidad energética; pero los desechos de plantas y los estiércoles también pueden producir una cantidad significativa de biogás si se tratan correctamente (Galí *et al.*, 2009). Sin embargo, la DA de algunos sustratos puede presentar limitaciones y baja eficiencia. En estos casos, la co-digestión podría ser una opción interesante para mejorar los rendimientos de la DA (Galí *et al.*, 2009).

A pesar del importante avance que se ha logrado en el desarrollo de la tecnología de la digestión anaeróbica, hace falta optimizar aspectos del proceso a escala real. Las técnicas de modelado se pueden usar para predecir el comportamiento de procesos en diferentes escenarios y auxiliar el manejo operacional para desarrollar estrategias que mejoren la estabilidad del proceso (Silva *et al.*, 2009). El desarrollo y uso de modelos puede ahorrar tiempo y dinero (Rivera-Salvador *et al.*, 2010). El poder de los modelos radica en su capacidad para reproducir el comportamiento empírico en una computadora y, en consecuencia, en los últimos años se han desarrollado varios modelos para simular el proceso de la DA (Galí *et al.*, 2009).

Los modelos matemáticos, enfocados al entendimiento y optimización del proceso de digestión anaeróbica, describen estas reacciones en forma estructurada; siendo el IWA-AnaerobicDigestionModel No. 1 (ADM1), el ejemplo mejor establecido (Ramírez *et al.*, 2009). La finalidad de este modelo fue la creación de una plataforma común para el desarrollo de simulaciones aplicables a un amplio rango de procesos específicos (Silva *et al.*, 2009). En 2002, un grupo de investigación denominado “Taskgroup for mathematical modelling of Anaerobic Digestion Processes” publicó el Reporte Técnico y Científico del modelo IWA-ADM1 (*Internacional Water Association-*

<sup>1</sup>Ing. Mara Alejandra Lerma García, estudiante de la Maestría en Sistemas Ambientales en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango, México. [maralermag@gmail.com](mailto:maralermag@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup>El Dr. Cuauhtémoc Ulises Moreno Medina, Catedrático CONACYT en el CONACYT-TECN/ Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [cumoreno@gmail.com](mailto:cumoreno@gmail.com)

<sup>3</sup>El MC. Rafael Lucho Chigo, profesor investigador en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [ralucho@gmail.com](mailto:ralucho@gmail.com)

<sup>4</sup>El Dr. Sergio Valle Cervantes, profesor investigador en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [svallec@gmail.com](mailto:svallec@gmail.com)

<sup>5</sup>El Dr. Roberto Valencia Vázquez, Catedrático CONACYT en el CONACYT-TECN/ Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado en Sistemas Ambientales. [roberto.valenciav@gmail.com](mailto:roberto.valenciav@gmail.com)

*Anaerobic Digestion Model No. 1*), o simplemente ADM1, para la simulación del proceso de digestión anaeróbica. (Batstone *et al.*, 2002)

El modelo de digestión anaeróbica (ADM1) es un modelo estructurado que describe sustratos complejos por sus principales componentes (carbohidratos, lípidos, proteínas, azúcares, aminoácidos, ácidos grasos de cadena larga, ácidos grasos volátiles, aniones y cationes), e incluye múltiples pasos que describen los procesos bioquímicos y fisicoquímicos que se encuentran en el proceso anaeróbico de biodegradación de compuestos orgánicos complejos (Batstone *et al.*, 2002). Su uso permite la simulación de la producción y composición del biogás producto de la digestión anaeróbica (Lubken *et al.*, 2007). El ADM1 es un modelo cinético de aplicación universal que permite la descripción matemática de la digestión anaeróbica de diferentes tipos de sustratos orgánicos (Schoen *et al.*, 2009).

## Descripción del Método

### Implementación del ADM1

El ADM1 es un modelo complejo y su implementación requiere de la resolución simultánea de 35 ecuaciones diferenciales y de ecuaciones algebraicas utilizadas dentro de las diferentes etapas del proceso de la DA. Todas las ecuaciones e información referente al modelo se pueden consultar en el Reporte Técnico y Científico No. 13 del IWA: *Anaerobic Digestion Model No. 1* (Batstone *et al.*, 2002). Para su implementación, se creó una interfaz que fuera más amigable con el usuario mediante el software Matlab y su herramienta App Designer ver Figura 1. La herramienta App Designer trabaja con programación visual y código; por una parte se crea la aplicación de modo visual, es decir, se crea la estructura principal que llevara la aplicación: cuadros de texto, cuadros de números, graficas, diferentes pestañas para el manejo y visualización de los datos de entrada y salida, en sí todo lo que el usuario podrá ver y manejar; por el otro lado está la parte del código, esto es, la programación como tal: que va a hacer cada comando, como van a interactuar los datos, como los va a visualizar el usuario, todo lo que se tenga que programar.



Figura 1. Aplicación del modelo ADM1 creada en Matlab-App Designer.

### Calibración del ADM1

Una vez creada la aplicación y para comprobar que no hubiera errores en su implementación, se utilizó información de Rosén y Jeppsson (2006); los cuales proporcionaron los datos de entrada para el modelo, así como los datos de salida que ellos obtuvieron, dicha calibración fue útil para detectar errores en el código y corregirlos.

### Datos experimentales

La digestión anaeróbica es un proceso complejo y difícil de manejar por su naturaleza de multietapas, y se requiere de un tiempo considerable para llevar a cabo su experimentación física, y aun así, muestra bastantes limitaciones en cuanto a su operación al no permitir tener un control total del proceso puesto que es un proceso biológico y es difícil predecir el comportamiento de los microorganismos. Los datos experimentales se obtuvieron de las siguientes fuentes: 1) del monitoreo de la digestión anaeróbica de lodos activados residuales provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales unidad Sur de la ciudad de Durango, llevada a cabo en un digestor vertical escala piloto de 70 m<sup>3</sup> en condiciones mesofílicas y se realizaron los análisis que se mencionan en la tabla 1; y 2) del monitoreo de la co-digestión anaeróbica de lodos residuales provenientes de un sistema acuícola con heces

porcinas, llevada a cabo en un digestor escala laboratorio de 1 L en condiciones mesofílicas y se realizaron los análisis que se mencionan en la tabla 2.

**Tabla 1. Análisis realizados para el monitoreo de la digestión anaeróbica escala piloto.**

PARÁMETROS	EQUIPO/NORMA
Temperatura	Termómetro
ORP	Medidor multiparámetroHQ440d
pH	Medidor multiparámetroHQ440d
Conductividad eléctrica	Medidor multiparámetroHQ440d
SST, SSF, SSV	NMX-AA-034-SCFI-2001
Nitrógeno amoniacal	NMX-AA-026-SCFI-2010
Nutrientes (N, P, K)	NMX-AA-026-SCFI-2010
Composición del biogás	Medidor de gases Landtec GEM-5000

**Tabla 2. Análisis realizados para el monitoreo de la co-digestión anaeróbica escala laboratorio.**

PARÁMETRO	NORMA / EQUIPO	FRECUENCIA
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	NMX-AA-030-SCFI-2001	Inicio / Final
Sólidos suspendidos totales (ST)	NMX-AA-034-SCFI-2001	Inicio / Final
Sólidos volátiles (SVT)	NMX-AA-034-SCFI-2001	Inicio / Final
pH	NMX-AA-008-SCFI-2011	Inicio / Final
Redox	NMX-AA-012-SCFI-2001	Inicio / Final
Alcalinidad	NMX-AA-036-SCFI-2001	Inicio / Final
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2013	Inicio / Final
Fósforo total (PT)	NMX-AA-029-SCFI-2001	Inicio / Final
Composición de biogás	Biogás Landtec 2000	Diario
Volumen de biogás	Desplazamiento de agua	Diario

### Validación del ADM1

La caracterización de los sustratos se hizo acorde a la versión original del ADM1 de Batstone *et al.*, (2002). Los datos de entrada para el modelo se calcularon en base a los resultados de los análisis mencionados en la tabla 1 y 2, y tomando en cuenta parámetros tales como: tiempo hidráulico de retención (TRH), volumen del digestor (Vol) y flujo de entrada (Qd). Así mismo, se ajustaron los parámetros estequiométricos, bioquímicos y fisicoquímicos que el modelo requiere, debido a que estos parámetros cambian de acuerdo con sustrato en estudio; los cuales, para este estudio se calcularon en base a las sugerencias de Batstone, *et al* (2002) y por Ortiz y Flotats (2015).

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

La simulación de la DA de lodos activados se simuló por un periodo de 30 días, el proceso alcanzó un estado estable y los resultados más relevantes se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Comparación de los resultados obtenidos de la simulación contra los valores reales de la digestión anaeróbica.

<i>Valores simulados "Estado estable"</i>		<i>Valores reales promedio "PTAR Sur"</i>	
CH <sub>4</sub> (%)	59.47	CH <sub>4</sub> (%)	59.02
CO <sub>2</sub> (%)	40.52	CO <sub>2</sub> (%)	40.98
<b>Alcalinidad Total (mg CaCO<sub>3</sub>/kg)</b>	<b>482.28</b>	<b>Alcalinidad Total (mg CaCO<sub>3</sub>/kg)</b>	<b>455.625</b>
<b>pH final</b>	<b>6.8</b>	<b>pH final</b>	<b>6.99</b>

La simulación de la co-DA de lodos residuales provenientes de un sistema acuícola con heces porcinas se simuló por un periodo de 30 días, el proceso alcanzó un estado estable y los resultados más relevantes se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Comparación de los resultados obtenidos de la simulación contra los valores reales de la co-digestión anaeróbica.

<i>Valores simulados "Estado estable"</i>		<i>Valores reales promedio "Acuicultura + Heces porcinas"</i>	
CH <sub>4</sub> (%)	57.41	CH <sub>4</sub> (%)	58.63
CO <sub>2</sub> (%)	42.59	CO <sub>2</sub> (%)	41.37
<b>Alcalinidad Total (mg CaCO<sub>3</sub>/kg)</b>	<b>20,560</b>	<b>Alcalinidad Total (mg CaCO<sub>3</sub>/kg)</b>	<b>19,950</b>
<b>pH final</b>	<b>8.1</b>	<b>pH final</b>	<b>8.12</b>

En ambos casos los resultados obtenidos de la simulación respecto a los datos experimentales muestran que se asemejan con gran exactitud, en especial, los valores promedio y finales de la composición del biogás, la alcalinidad total y el pH.

### Conclusiones

- El modelo ADM1 puede ser una herramienta muy útil en la predicción de resultados en cuanto a cantidad y calidad del biogás proveniente del proceso de la digestión anaeróbica; ya sea en la modalidad de mono-digestión o co-digestión.
- La aplicación previa del modelo ADM1 puede facilitar la experimentación, siempre y cuando se conozcan las composiciones exactas de los sustratos.
- El modelo muestra una gran versatilidad en su aplicación al predecir los resultados del proceso de la digestión anaeróbica de diversos sustratos.
- La aplicación del modelo puede coadyuvar a reducir los costos de experimentación y disminuir los tiempos requeridos para evaluar diferentes escenarios; siendo de gran utilidad en un contexto de optimización del proceso de la DA.

### Recomendaciones

- Se sugiere que se le añada una subrutina a la simulación de pH, para que modifique al modelo acotando esta variable y simular la evolución de dicho parámetro conforme transcurren las diferentes etapas del proceso.
- Para mejorar los resultados de la simulación es necesario ajustar los programas de monitoreo a los requerimientos de entrada del modelo.
- También se sugiere mejorar la infraestructura de los digestores verticales al incluir sensores para realizar mediciones en tiempo real, para que la aplicación pueda trabajar simultáneamente con la experimentación y comparar los resultados obtenidos y mejorar las estimaciones de la producción de biogás.

## Referencias

- Batstone, D., Keller, J., Angelidaki, I., Kalyuzhnyi, S., Pavlostathis, S., Rozzi, A., Sanders, W., Siegrist, H. & Vavilin, V. "Anaerobic Digestion Model 1", *Scientific and Technical Report N° 13*. IWA Publishing, 2002.
- Galí, A., Benabdallah, T., Astals, S. y Mata-Alvarez, J. "Modified version of ADM1 model for agro-waste application", 2009.
- Lubken, M., Wichern, M., Schlattmann, M., Gronauer, A. y Horn, H. "Modelling the energy balance of an anaerobic digester fed with cattle manure and renewable energy crops", *Water Research* Vol. 41, No. 18, pp 4085-96, 2007.
- Ortiz, M. y Flotats, X. "Desarrollo de un simulador numérico basado en ADM1 de un reactor anaerobio ASBR", Tesis Maestría. Barcelona, 2015.
- Ramirez, I., Volcke, E., Rajjikanth, R. y Steyer, J. "Modeling microbial diversity in anaerobic digestion through an extended ADM1 model", *Water Research* Vol. 43, pp 2787-2800, 2009.
- Rivera-Salvador, V., Aranda-Barradas, J., Espinosa-Solares, T., Robles-Martinez, F. y Toledo, J. "El modelo de digestión anaeróbica IWA-ADM1: una revisión de su evolución", *Ingeniería Agrícola y Biosistemas* Vol. 1, No. 2, pp 109-117, 2010.
- Silva, F., Nadais, H., Prates, A., Arroja, L. y Capela, I. "Modelling of anaerobic treatment of evaporator condensate (EC) from sulphite pulp mill using the IWA anaerobic digestion model no. 1 (ADM1)", *Chemical Engineering Journal* Vol. 148, pp 319-326, 2009.
- Schoen, M., Sperl, D., Gadermaier, M., Goberna, M., Franke-Whittle, L., Insam, H., Ablinger, J. y Weet, B. "Population dynamic at digester overload conditions", *Bioresource Technology* Vol. 100, No. 23, pp 5648-5655, 2009.
- Rosén, C. y Jeppsson, U. "Aspects on ADM1 implementation within the BSM2 framework", 2006.

## Notas Biográficas

La **Ing. Mara Alejandra Lerma García** es estudiante del posgrado de Maestría en Sistemas Ambientales en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango. Egresada de la carrera de ingeniería Mecatrónica en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango, México, en 2015.

El **Dr. Cuauhtémoc Ulises Moreno Medina** es Catedrático CONACYT en el TECN/ Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado de maestría en Sistemas Ambientales. Cuenta con un doctorado en ciencias con especialidad en Biotecnología Ambiental y una maestría en Oceanología Costera. Ha dirigido 8 tesis de licenciatura y 3 de maestría, así mismo ha presentado 17 trabajos en congresos nacionales e internacionales. Es autor de 3 capítulos de libros y ha publicado 5 artículos científicos.

El **MC. Rafael Lucho Chigo**, es Profesor Investigador en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado de maestría en Sistemas Ambientales, cuenta con una maestría en Ciencias en Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Celaya.

El **Dr. Sergio Valle Cervantes** es Profesor Investigador en el TECN/Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado de maestría en Sistemas Ambientales, cuenta con un doctorado en Ingeniería Química en la Universidad de Texas, Austin y con una maestría en Ingeniería en el ITESM en Ingeniería de procesos.

El **Dr. Roberto Valencia Vázquez** es Catedrático CONACYT comisionado al TECN/ Instituto Tecnológico de Durango, en el posgrado de maestría en Sistemas Ambientales. Termino sus estudios de Maestría en Ciencias y Doctorado en Biotecnología Ambiental en UNESCO-IHE, Institute for Water Education, en Delft, Reino de los Países Bajos. Director de tesis de 17 alumnos de maestría y licenciatura; ha presentado aproximadamente 25 trabajos en congresos nacionales e internacionales y es autor de 1 capítulo de libro y 12 artículos científicos en revistas indexadas y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1.

# METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN SIMPLIFICADA DE OBRAS HIDRÁULICAS PARA MINIMIZAR PELIGRO POR INUNDACIÓN MEDIANTE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN, PARA MICROCUENCAS URBANAS

Martin Alejandro Lopez Alba<sup>1</sup>, Dr. J. Jesús Vázquez Magaña<sup>2</sup>,  
Víctor Alberto Vega Serrano<sup>3</sup> y Eduardo Isai Machuca Zeferino<sup>4</sup>

**Resumen**— Proyecto de investigación desarrollado en el Instituto Tecnológico de Tepic, el cual surgió ante la necesidad de analizar la problemática del fenómeno de inundación en temporada de lluvias en la zona urbana del Municipio de Tepic Nayarit, dada la fisiografía de las cuencas que existen en la ciudad, tanto inducidas como naturales, y en donde se carece de infraestructura pluvial para el desalojo seguro de los caudales conducidos por las microcuencas existentes. En el presente trabajo se muestran resultados de análisis hidrológico e hidráulico de una microcuenca urbana denominada Tecnológico, se cita la obtención de alternativas de solución conforme a la normatividad vigente, y se propone metodología de selección de la obra más adecuada, planteando la socialización de las alternativas, conformando un Modelo Simplificado de Selección de Obras de Alcantarillado Pluvial, con ayuda del Marco lógico y DELPHI.

**Palabras clave**— Modelo, Pluvial, Hidrología, Hidráulica.

## Introducción

El riesgo es una condición condigna al ser humano (Olcina Cantos, 2012) desde el inicio de la historia de la Humanidad. El fenómeno de inundación suele presentarse en la temporada de lluvias comúnmente en las zonas urbanas, de diferentes maneras, esto depende de las características propias de nuestra área geográfica, sin embargo, principalmente las precipitaciones son la causa que originan una inundación, es preciso decir, que esto depende mucho de la fisiografía de las cuencas, sub-cuencas, microcuencas etc. La caracterización de una buena infraestructura pluvial en ocasiones, se vuelve compleja, por el aumento poblacional, es evidente, propiciando una gran cantidad de asentamientos humanos.

En este trabajo, se pretende dar a conocer un modelo para seleccionar obras contra inundaciones y disminuir la vulnerabilidad por inundación. Esto se aplicará a un área específica de una microcuenca denominada “Tecnológico”, la cual, está ubicada en el Municipio de Tepic, Nayarit, México, por lo tanto, una zona es afectada por inundación, con el escurrimiento de la misma; no obstante, se llevará un tecnicismo hidrológico e hidráulico, para el diseño de alternativas de solución, conformando estas con la participación de métodos sociales.

<sup>1</sup> Martin Alejandro Lopez Alba es estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, en el Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [maallopezal@ittpic.edu.mx](mailto:maallopezal@ittpic.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. J. Jesús Vázquez Magaña es docente de la academia de Ingeniería Civil, en el Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [jvazquez@ittpic.edu.mx](mailto:jvazquez@ittpic.edu.mx)

<sup>3</sup> Víctor Alberto Vega Serrano es estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, en el Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [vialvegase@ittpic.edu.mx](mailto:vialvegase@ittpic.edu.mx)

<sup>4</sup> Eduardo Isai Machuca Zeferino es estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, en el Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [edismachucaze@ittpic.edu.mx](mailto:edismachucaze@ittpic.edu.mx)

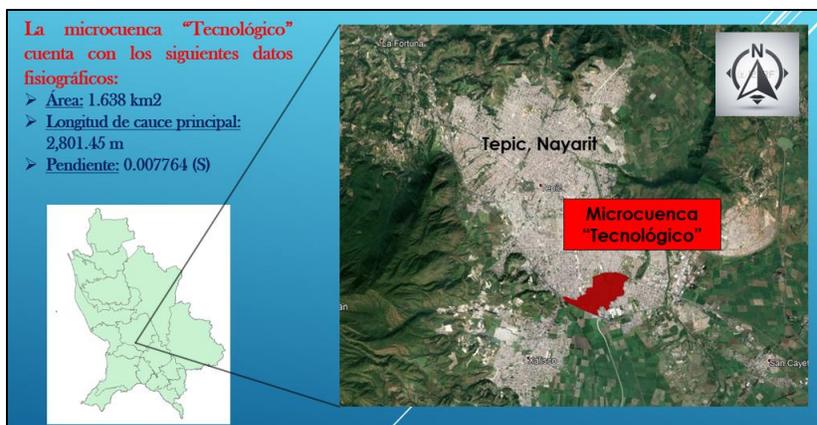


Figura 1. Ubicación de la microcuenca "Tecnológico".



Figura 2. Ubicación de zona afectada por inundación.

Posteriormente se desea que las alternativas sean igual o mayor que 2 (múltiples soluciones), donde se apliquen las normas vigentes de nuestro país, con ingeniería hidráulica. Finalmente, se citan la metodología de marco lógico y DELPHI; donde el método marco lógico comprende el acercamiento a la sociedad del área afectada por inundación y por ultimo con el método DELPHI, precisando la formación un de panel de expertos en el área de obras pluviales o tema relacionado, para la selección de obras de este tipo.

### Objetivos

#### *Objetivo General*

Adquirir un modelo simplificado para seleccionar obras pluviales contra inundaciones en zonas urbanas, encaminado al arranque de una metodología de selección de alternativas que permita la solución más adecuada dando valorizaciones por la sociedad involucrada, con la finalidad de considerar nuevos criterios para la ayuda de la toma de decisiones en proyectos de inversión de este tipo.

#### *Objetivos Específicos*

- Caracterización hidrológica e hidráulica de una microcuenca urbana.
- Conseguir geometría (levantamiento topográfico) del área analizada.
- Obtención de múltiples alternativas de solución con fundamento hidráulico de flujo uniforme y presupuestario.
- Implementación de estudios para presentar resultados de Marco Lógico y DELPHI.

### Descripción del Método

La metodología se basa en criterios técnicos detallados, donde principalmente se aplican la hidrología e ingeniería hidráulica. La obtención de los datos hidrológicos fundamenta la caracterización de la microcuenca urbana, en lo dicho

se tiene que establecer un dictamen hidrológico para obtención de gastos de diseño, como lo establecen los métodos (Aparicio Mijares, 2006). Formalmente se deduce la metodología en la figura 3.

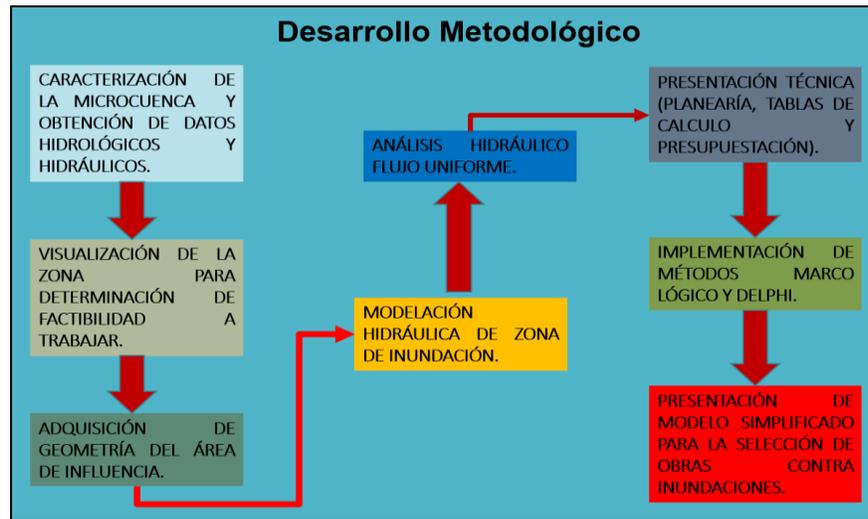


Figura 3. Estructura del desarrollo metodológico.

Para el diseño hidráulico de infraestructura pluvial se plantea usar los manuales de CONAGUA, el principal elemento es el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; libro 19 “DRENAJE PLUVIAL URBANO”. El fundamento de flujo uniforme se presenta (Sotelo Avila, 1997) cuando la velocidad media permanece constante en cualquier sección del canal. Con una superficie libre, esto implica que la sección transversal y el tirante permanecen también constantes (ver figura 4).

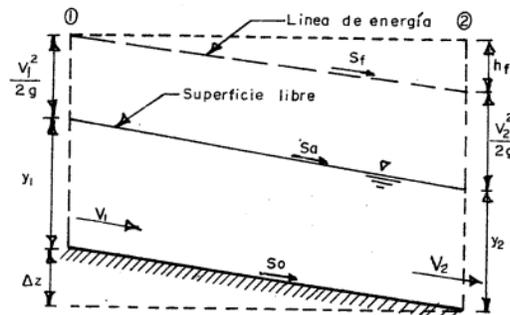


Figura 4. Corte longitudinal de una sección de canal con flujo uniforme.

Lo cual establece la expresión (1) para el cumplimiento del tirante normal:

$$y_1 = y_2, A_1 = A_2, V_1 = V_2, Q_1 = Q_2 \therefore S_f = S_a = S_o \quad (1)$$

#### Aplicación de la metodología marco lógico y DELPHI

La metodología de marco lógico es una herramienta que ha venido empleado la banca (Sánchez, 2007) multilateral, organizaciones no gubernamentales para el desarrollo y organismos nacionales para facilitar el proceso de planificación, seguimiento y evaluación de los proyectos. El método Delphi parte de comentarios de Jon Landeta (2006) a finales de los años 40, los investigadores de la Corporación RAND (Santa Mónica, California). Su propia denominación avala (García Valdés & Suárez Marín, 2013) su inicial empleo predictivo Delfos (en español). El método Delphi, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de DELPHOS (Astigarraga, 2008).

Un desarrollo reciente (White, Turoff, & de Walle, 2007) del método es crear un sistema de resolución de problemas para proporcionar un juicio colaborativo. Estudios previos han tratado de definir y caracterizar el método (Skinner, Nelson, Chin, & Land, 2015). A partir de estos informes, sugerimos que la técnica que utiliza el método Delphi posee las siguientes fases: a) *definición del problema*, b) *selección de expertos y tamaño del panel*, c) *elaboración de cuestionarios y desarrollo de consensos* y d) *presentación de resultados y conclusiones*.

## Resultados Obtenidos

Al aplicar dicha metodología, en el desarrollo del trabajo de investigación, se obtuvo la delimitación de la microcuenca urbana (la cual, afecta a una área de influencia con problemas de inundación), mediante datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), empleados con un Sistema de Información Geográfica (SIG); resaltando el empleo de los métodos hidrológicos que destaca (Aparicio Mijares, 2006) la siguiente caracterización de la microcuenca en la figura 5, dando resultados hidráulicos para el diseño de obra pluvial realizados en el proyecto de investigación “Modelo simplificado de selección de obras de remediación, para disminución de la vulnerabilidad por inundación en zonas urbanas”.

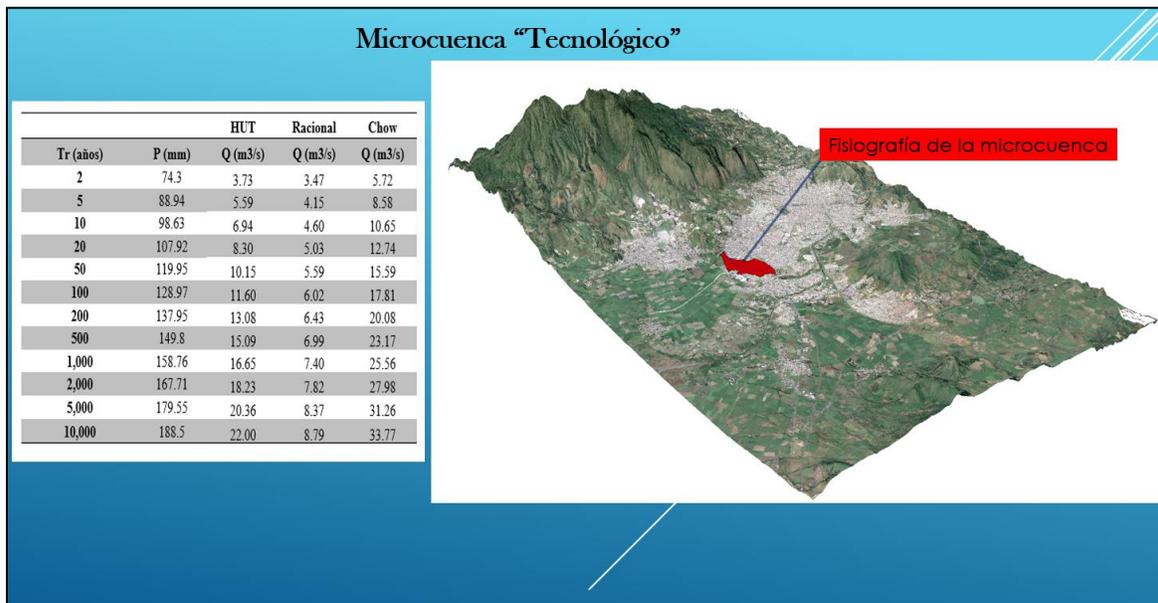


Figura 5. Valores resultantes de los métodos indirectos (HUT, racional y Chow) y Visualización de microcuenca.

De tal manera, se recomienda el valor de gasto, que aporta la metodología del HUT (6.94 m<sup>3</sup>/s). Con el gasto ubicado asocia a un Tr de 10 años, para tomarlo como “gasto de diseño” para cualquier obra pluvial que se quiera realizar (CONAGUA, 2015). Se fundamentaron 4 alternativas de solución pluvial, con aspecto flujo uniforme, éstas cumplen con infraestructura de alcantarillado pluvial urbano (véase en las figuras 6, 7, 8 y 9).



Figura 6. Resumen de red de distribución en planta y secciones hidráulicas de alternativa 1.



Figura 7. Resumen de red de distribución en planta y secciones hidráulicas de alternativa 2.

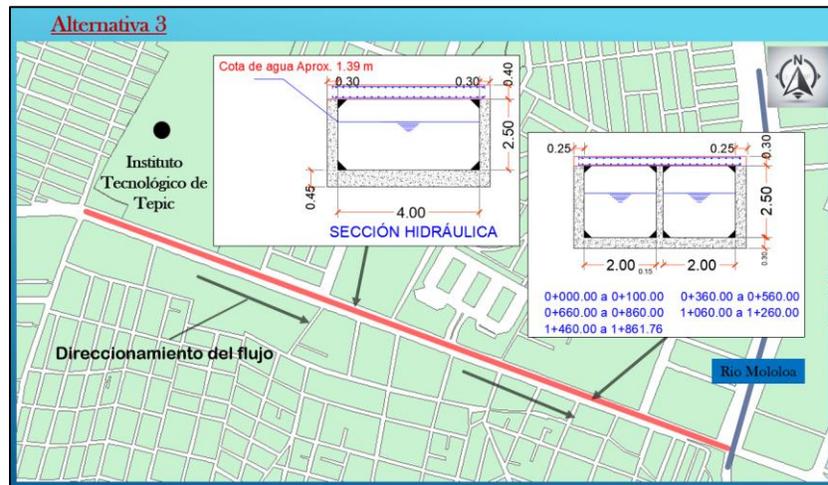


Figura 8. Resumen de red de distribución en planta y secciones hidráulicas de alternativa 3.

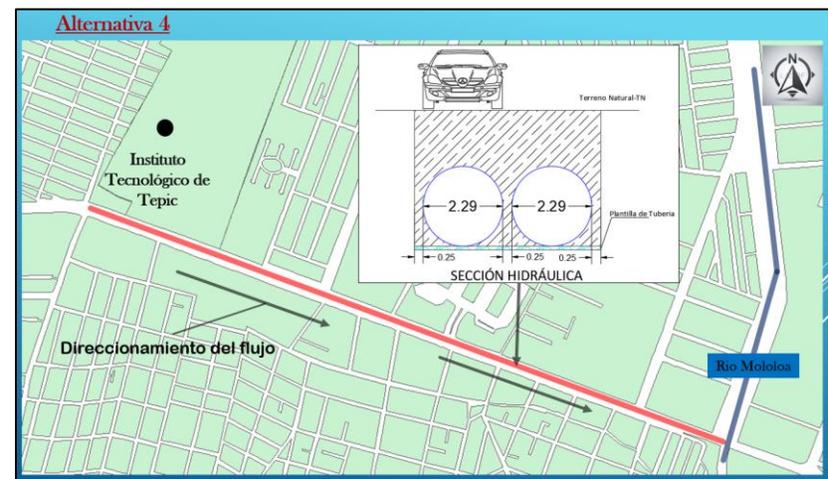


Figura 9. Resumen de red de distribución en planta y secciones hidráulicas de alternativa 4.

Finalmente, como se muestra en las figuras (6, 7, 8 y 9), todas las redes de alcantarillado desalojan al colector natural río Mololoa; el modelo social resultante se muestra de manera siguiente en las figuras 10 y 11.

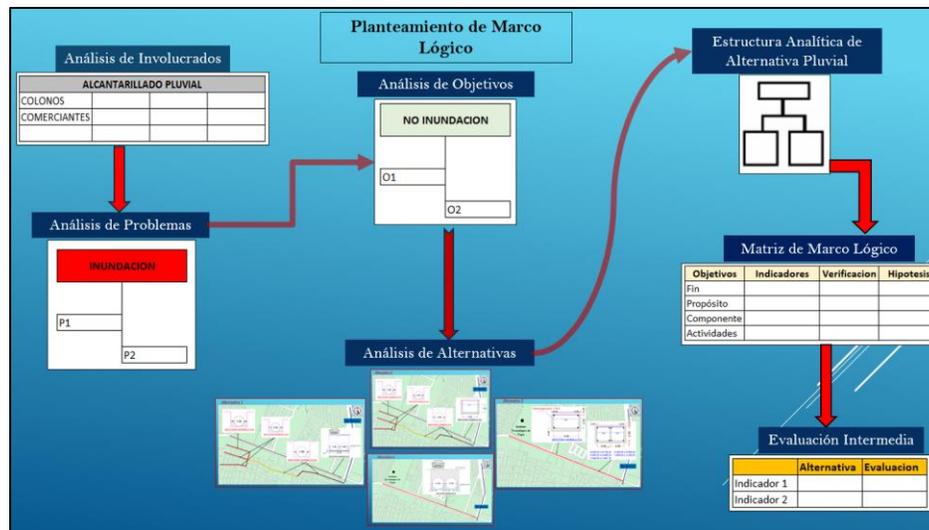


Figura 10. Diagrama de método marco lógico, para infraestructura de alcantarillado pluvial.

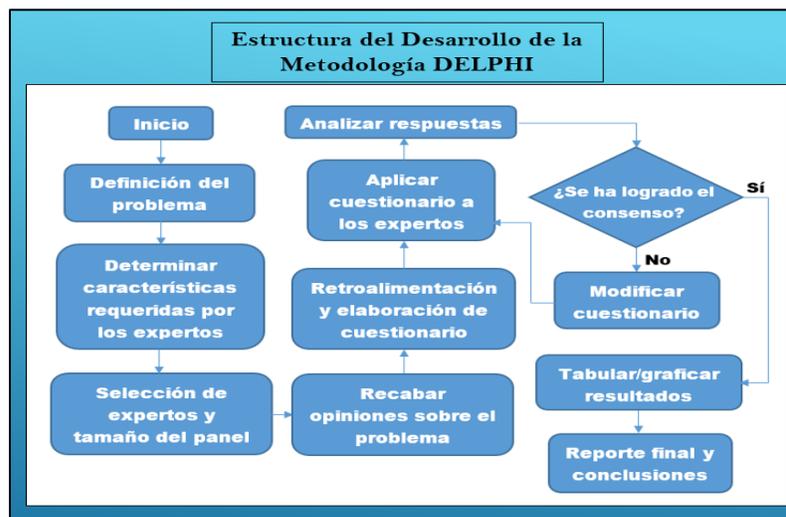


Figura 11. Planteamiento de técnica DELPHI, para selección de solución pluvial.

El modelo plantea, primeramente, en términos sociales, aplicación marco lógico (figura 10), con el tema de alcantarillado pluvial, para luego encontrar indicadores de usuarios que son afectados directamente con el problema; posteriormente, se muestra el diagrama DELPHI (figura 11) para seleccionar la alternativa más adecuada, donde el problema se define como la selección de 1 de las 4 soluciones.

### Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de este trabajo de investigación, concluyen un esquema de concientización social, para la selección de una alternativa de solución pluvial, donde se pretende la disminución de riesgo por inundación, sin embargo, esta metodología desarrolla análisis hidrológico para determinar gastos requeridos y obtención de diseños hidráulicos, seguido de un planteamiento, donde se citan a las ciencias sociales, como lo es el método Marco Lógico y DELPHI. Se recomienda emplear dicha metodología en microcuencas urbanas, donde se presente el fenómeno de inundación, replicando aspectos económicos caracterizados de acuerdo al momento planificado de ejecución de las obras planteadas, lo que oferta al Ente ejecutor, facilidad en la toma de decisiones.

## REFERENCIAS

- Aparicio Mijares, F. J. (2006). *Hidrología Superficial*. Mexico, D.F: LIMUSA.
- Astigarraga, E. (2008). *El Metodo Delphi*. San Sebastian, España: Universidad Deusto. Obtenido de [http://www.prospectiva.eu/curso-prospectiva/Metodo\\_delphi.doc](http://www.prospectiva.eu/curso-prospectiva/Metodo_delphi.doc)
- CONAGUA. (2015). *Drenaje Pluvial Urbano* (Vol. 19). Mexico, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- García Valdés, M., & Suárez Marín, M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39 (2), 253-267 .
- Landeta, J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological Forecasting & Social Change*, 73(5), 467 – 482.
- Olcina Cantos, J. (2012). De los mapas de zonas afectadas a las cartografías de riesgo de inundacion. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32(1), 91-131.
- Sánchez, N. (2007). El marco lógico. Metodología para la planificación, seguimiento, y evaluación. *Vision Gerencial*(2), 328-343.
- Skinner, R., Nelson, R., Chin, W., & Land, L. (2015). The Delphi Method Research Strategy in Studies of Information Systems. *Communications Of The Association For Information Systems*, 37, 31-63.
- Sotelo Avila, G. (1997). *Apuntes de Hidraulica II*. Mexico, DF.: Departamento de Publicaciones de La Facultad de Ingenieria, Ciudad Universitaria.
- White, C., Turoff, M., & de Walle, V. B. (2007). A Dynamic Delphi Process Utilizing a Modified Thurstone Scaling Method: Collaborative Judgment in Emergency Response. *Proceedings of the 4 th Annual ISCRAM*, 7-15.

# APRENDIZAJE LÚDICO EN LA WEB 2.0: UN CASO CON SOCRATIVE EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Dr. Luis Anibal López Arciniega<sup>1</sup>, Dra. Ma. Oralia Arriaga Nabor<sup>2</sup>,  
Dra. Alma Cristina Ramírez Covarrubias<sup>3</sup>, Dr. Marco Antonio Chávez Árcega<sup>4</sup>

**Resumen**— Este estudio presenta una investigación en el ámbito educativo. Se hace una descripción de la situación y sus posibilidades haciendo uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC). Como parte del desarrollo se habla de temas como la Neurociencia y su contribución al reconocimiento de las emociones como escenario idóneo para el desarrollo integral del ser humano. Con ello, se establece una plataforma donde el juego –divertirse aprendiendo- hoy entendido en conceptos como gamificación o aprendizaje lúdico dan soporte a nuevos espacios caracterizados por el reto, la colaboración, la concentración, el esfuerzo y la motivación, elementos clave para la autoregulación. En resumen, el propósito fue reconocer en qué grado Socrative contribuye a potenciar el rendimiento académico gracias al aprendizaje lúdico en alumnos de la asignatura de Tecnologías de la Comunicación y Gestión de la Información para el programa de odontología en la Universidad Autónoma de Nayarit.

**Palabras clave**—Socrative, gamificación, aprendizaje, lúdico, NTIC

## Introducción

La escuela tradicional rebasada por los avances en la tecnología pone en entredicho el modelo educativo. El formato del discurso, la ponencia, el control sobre el grupo y los contenidos limita el desarrollo y frena emocional y cognitivamente a los jóvenes; estamos desafortunadamente haciendo de la clase un momento de angustia. El siglo XXI ha despertado grandes transformaciones en todo el contexto social. Ahora, el constante avance de la ciencia y la tecnología es impredecible y aun cuando no se puede determinar qué es lo nuevo lo único cierto es que el acelerado cambio influye en todo y en todos.

Las nuevas posibilidades que hoy surgen ejercen un poderoso influjo en la satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje, y es evidente que ese potencial educativo apenas ha sido aprovechado. Estas nuevas posibilidades aparecen como resultado de dos fuerzas convergentes, ambas subproductos recientes del proceso de desarrollo general. En primer lugar, la cantidad de información utilizable en el mundo –a menudo importante para la supervivencia y el bienestar básico– es inmensamente mayor que la que existía hace sólo pocos años y su ritmo de crecimiento continúa acelerándose. Por otro lado, cuando una información importante va asociada a otro gran adelanto moderno –la nueva capacidad de comunicarse que tienen las personas en el mundo de hoy– se produce un efecto de sinergia. Existe la posibilidad de dominar esta fuerza y utilizarla positiva y metódicamente para contribuir a la satisfacción de necesidades de aprendizaje bien definidas, Informe Mundial sobre la Educación, UNESCO, 1998 (como se cito en UNESCO, 2004, p. 13)

Con la aparición de la Web 2.0 los límites parecen desaparecer y empezar a configurarse espacios donde el conocimiento considerará estar más cerca de todos. Gracias a ello, el aprendizaje lúdico o ahora también gamificación roba la atención y delinea un futuro apasionante para la educación que están esperando las nuevas generaciones (Gaitán, 2013). El presente trabajo tiene como finalidad dar a conocer el estado del arte que guarda el aprendizaje lúdico o gamificación. Además, describir el impacto educativo de las herramientas tecnológicas en los temas anteriormente citados y finalmente, poner en contexto un proceso de enseñanza aprendizaje en el marco de la gamificación llevado a cabo en alumnos de la Universidad Autónoma de Nayarit específicamente en el área de la salud.

<sup>1</sup> Luis Anibal López Arciniega es profesor de Tecnologías de la Comunicación y Gestión de la Información en la Universidad Autónoma de Nayarit, México [anibal@uan.edu.mx](mailto:anibal@uan.edu.mx)

<sup>2</sup> Ma. Oralia Arriaga Nabor es profesor de Tecnologías de la Comunicación y Gestión de la Información en la Universidad Autónoma de Nayarit, México [Oralia@uan.edu.mx](mailto:Oralia@uan.edu.mx)

<sup>3</sup> Alma Cristina Ramírez Covarrubias es profesora de programación en la Universidad Autónoma de Nayarit, México [alma.ramirez@uan.edu.mx](mailto:alma.ramirez@uan.edu.mx)

<sup>4</sup> Marco Antonio Chávez Árcega es profesor de programación en la Universidad Autónoma de Nayarit, México [mchavez00@hotmail.com](mailto:mchavez00@hotmail.com)

La historia de la humanidad ha sido un proceso de cambios que han dejado huella pero además, imprimieron en su momento un antes y un después. Sin embargo, lo que actualmente vivimos es uno de esos procesos que han sacudido todo, el mismo Castells (2006) en su momento señaló “Al final del siglo XX, vivimos uno de esos raros intervalos de la historia caracterizado por la transformación de nuestra «cultura material» por obra de un nuevo paradigma tecnológico organizado en torno a las tecnologías de la información” (p. 23). Hace énfasis el mismo autor que a diferencia de otras transformaciones sociales la actual tiene como motor o elemento decisivo a la mente humana en el sistema de producción.

En el mismo sentido se expresó Tennermann (1999) refiriéndose al momento de forma que:

La humanidad, en las últimas décadas, ha entrado en un proceso acelerado de cambios, que es la fuerza mundial más relevante, y se manifiesta en todos los ámbitos del acontecer político, social, científico y cultural, de suerte que puede afirmarse que estamos viviendo el inicio de una nueva era civilizatoria; donde la educación, el conocimiento y la información juegan un papel central. Hay quienes sostienen que no se trata de una época de cambios sino de un cambio de época (p. 61).

“Los sistemas educativos de todo el mundo se enfrentan actualmente al desafío de utilizar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) para proveer a sus alumnos con las herramientas y conocimientos necesarios para el siglo XXI” (UNESCO, 2004, p. 13). Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) como parte del proceso constante de cambio le han dado un matiz muy peculiar a lo que reconocemos actualmente como sociedad. Sea vista como Sociedad de la Información o Sociedad del Conocimiento o cualquier otra visión lo único constante es que en todas estas inmersas las NTIC. Éstas, han permitido olvidar propiedades como el tiempo y el espacio facilitando la comunicación, el intercambio, la cooperación, colaboración, acceso a la información y el desarrollo de nuevos conocimientos. Es más, ha sido tan importante que la educación ve en el uso de herramientas tecnológicas una ventana, una oportunidad para el desarrollo de espacios dinámicos, atractivos y emocionantes para las nuevas generaciones, escenarios que pueden romper con la educación tradicional. Dicho en otras palabras, la educación del siglo XXI con la implementación de las NTIC tiene el potencial de tocar las emociones y repercutir en los procesos cognitivos debido al alcance de la tecnología digital.

Diversos autores (Immordino-Yang y Damasio, 2007; Barrios-Tao 2016) señalan los hallazgos presentados por diversas investigaciones en Neurociencia, subrayan cómo la relación entre procesos cognitivos y las emociones tienen el potencial de transformar nuestra forma en cómo reconocemos el aprendizaje. En este mismo sentido Bacigalupe y Mancini (2014) mencionan:

Las habilidades cognitivas que se enseñan en la escuela no son tan racionales, separadas de las emociones y sin cuerpo como en algún momento fueron concebidas. Dentro de otras cuestiones de alto interés para los educadores se encuentran el rol de las emociones en la toma de decisiones, considerando que la Educación tiene como meta formar personas que puedan tener un pensamiento crítico e independiente y que puedan actuar en pro del desarrollo social y colectivo (p. 435).

Los mismos autores subrayan que la Neurociencia demuestra la existencia de una relación estrecha entre la genética y el ambiente. La relación entre el entorno sociocultural y los procesos de enseñanza-aprendizaje según Barrios-Tao (2016) dan soporte para reconocer a partir de la Neurociencia teorías del aprendizaje social y la influencia directa en las actividades de aprendizaje que daría como resultado mejores prácticas pedagógicas. En consecuencia, reconociendo un tercer elemento como las NTIC en el debate podríamos suponer un mundo de posibilidades para la educación. Es más, García y Juanes (2013) hicieron hincapié en que

Las TIC, en tanto que crean un contexto de práctica humana, no son únicamente el sistema tecnológico humano con mayor poder de modificación del entorno vital que la humanidad haya conocido nunca, el de coeficiente de evolución más rápido, el de alcance humano más extenso, también una fuente de cambios en la actividad del cerebro (p. 74).

No menos importante está lo realizado por Small en el 2009, el autor en su libro titulado el Cerebro Digital a lo que responde la pregunta ¿Cómo las nuevas tecnologías están cambiando nuestra mente? De la siguiente forma: la actual manifestación de las NTIC no solamente están transformando nuestra forma de vivir y de comunicarnos, éstas influyen fuertemente en nuestros procesos mentales debido a la exposición constante con la tecnología digital la cual estimula nuevos caminos neuronales rompiendo con paradigmas viejos que anclaban el estímulo por nuevos escenarios, dicho de otra manera, las NTIC conducen en una forma sin precedente a que nuestro cerebro evolucione (Small, 2009).

Todo el contexto nos refiere al desarrollo de entornos educativos que contemplen la dimensión sociocultural, faciliten la exposición de las emociones e integren pedagógicamente NTIC. Según diversos autores (Kapp, 2012; Sánchez I Peris, 2015 y Pérez y Rivera, 2017) apoyarse en metodologías de juego conocidas como gamificación o ludificación representan un modo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje que pueden potenciar

la concentración, el esfuerzo y la motivación. Todo ello, cimentada en el reconocimiento, el logro, la colaboración y la autoexpresión que se reconocen en las actividades lúdicas Sánchez I Peris (2015).

Entonces, resulta importante resaltar la importancia del juego, divertirse no debe estar peleado con un proceso formal como es lo educativo. Mera (2016) hace un pronunciamiento sobre la relevancia del juego para ello, toma lo realizado por Maslow en 1954 con la pirámide de necesidades humanas y sugiere “las necesidades de autorrealización van ligadas a los juegos, son un factor que estimula a conseguir logros, obtener prestigio y reputación”. Agrega el mismo Mera y Cortizo, Carrero, Monsalve, Velasco, Díaz del Dedo y Pérez (2011) que con la metodología de gamificación es posible construir transformaciones positivas para cambios en el comportamiento y actitud del estudiante mediante procesos seductores lo cual motiva la apropiación de nuevos conocimientos.

### Descripción del Método

La intervención estuvo enmarcada en un modelo pedagógico invertido o también llamado Flipped Classroom o Aula Invertida desarrollado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams. Se realizaron recursos didácticos en video para ser estudiados por alumnos en casa y a su vez se entregaron ejercicios para el desarrollo de competencias en Alfabetización Informacional. El o la joven, en aula mediante actividades lúdicas con una herramienta digital repasaba dichas actividades y resolvía dudas en el proceso de forma individual y colectiva. Para el estudio se utilizó Socrative (Figura 1). Cabe destacar, Socrative tiene versión gratuita y de costo sin embargo, la versión libre es muy poderosa. Esta herramienta es posible utilizarla en su versión para App en dispositivos móviles o en la web. Tiene dos interfaces, una de ellas hace referencia al profesor (Figura 2) y la otra es para vista del estudiantes. Socrative es divertida para ser usada dentro o fuera del aula además, beneficia la participación y la colaboración entre los estudiantes al trabajar en equipo. Importante es que evalúa rápidamente a los participantes con actividades preparadas o preguntas sobre la marcha de manera lúdica. En consecuencia, el profesor puede tener un diagnóstico inmediato de la comprensión de los estudiantes sobre el tema y replantear nuevas estrategias de enseñanza que promuevan los aprendizajes esperados.



Figura 1. Interfaz de Socrative para profesor

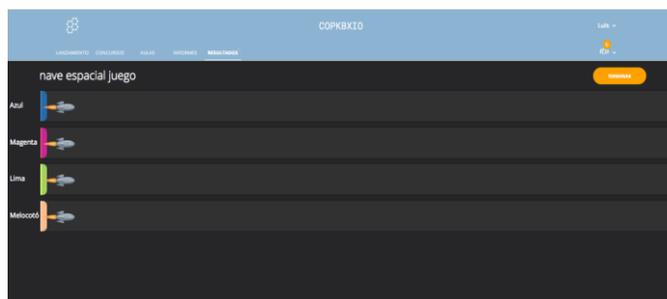


Figura 2. Socrative lúdico

### Perspectiva metodológica

El estudio se basó en una investigación educativa. El alcance fue de tipo descriptivo y el diseño corresponde al tipo preexperimental haciendo uso de la preprueba y posprueba. No existió selección de muestra ya que el grupo se encontró conformado a partir de políticas internas de la misma institución. Por el tipo de procedimiento y recolección de datos el estudio se encuentra dentro de un enfoque cuantitativo porque determina dar respuesta estadísticamente al fenómenos de estudio (Creswell, 2012; Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

### Participantes

Los participantes fueron jóvenes mayores de edad. Hombre y mujeres de primer año de licenciatura cursando la asignatura de Tecnologías de la Comunicación y Gestión de la Información (TCGI) ubicado curricularmente en tronco básico como parte del programa académico de odontología.

### Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos fue la preprueba como primer contacto. El instrumento es conocido como Evaluación de la Alfabetización Informacional (EAI) fue de elaboración propia apoyado del proyecto que está en línea conocido como Evaluación en Tiempo Real de las Destrezas en Alfabetización de la Información por sus siglas en inglés (TRAILS), el cual es público y gratuito. Sin embargo, aun cuando TRAILS ha sido diseñado y ya fue validado para su uso en el idioma inglés, su adaptación al idioma español requirió de un nuevo tratamiento.

El instrumento, EAI está constituido por 40 ítems que midieron el rendimiento académico de los participantes del curso de TCGI. Estos ítems fueron desarrollados con la finalidad de ser contestados bajo el formato de opción múltiple para evaluar cinco competencias distribuidas en las siguientes categorías: (a) desarrollo del tema; (b) identificación de fuentes potenciales; (c) desarrollo, uso y revisión de estrategias de búsqueda; (d) evaluación de fuentes de información; y, (e) reconocimiento de cómo usar la información de manera responsable, ética y legal. Todas estas categorías fueron asumidas en el instrumento hecho por TRAILS.

## Comentarios Finales

### Resultados

Los datos en fase de preprueba recabados para reconocer la situación académica en el primer contacto revelan como punto de partida una la calificación grupal en promedio de 51. En su segunda fase, los datos que se recolectaron al momento de realizar la posprueba la calificación promedio fue de 77.5. los datos demográficos revelaron que el 78.3% fueron mujeres dejando el 21,7% para hombres. El cuadro 1 presenta datos que señalan una ausencia de 3 alumnos al momento de realizar la posprueba. Además, es posible observar las diferencias en las medias aritméticas entre la fase de preprueba y posprueba con un 19.8 y 26.8 respectivamente.

Fase	N	Med	Sig	t	P
Preprueba	26	19.8	424	-5.712	.000
posprueba	23	26.8	424	-5.637	.000

Cuadro 1. Rendimiento Académico; *Nota:* N= tamaño de la muestra; Med= Media aritmética; Sig= Significancia estadística; t= Valor estadístico de prueba t; P= Nivel de significación

Con los hallazgos que se muestran para ambas fases cuadro1, se procedió a procesar los datos para calcular mediante el estadístico *t* de student para muestras independientes la interrogante sobre si existía diferencia significativa en el rendimiento académico después la intervención educativa. Asumiendo que las varianzas fueron iguales, los datos que se obtuvieron muestran que la significancia está por debajo de 0.05; entendiéndose que el supuesto donde ( $P < 0.05$ ) rechaza la hipótesis nula con un 95% de confianza. Para el estudio, los hallazgos demuestran que ( $P = .0 < 0.05$ ) es decir, los resultados aclaran que existe diferencia en los puntajes de calificaciones preprueba y posprueba ( $t = -5.712$ ;  $P = .000 < .05$ )

Dicho de otra forma, los datos resultantes después de la intervención utilizando de forma didáctica videos digitales bajo un modelo pedagógico de aula invertida señalan la existencia de una diferencia significativa entre el antes y el después. En resumen, los resultados de las calificaciones finales reflejan que hubo un mayor aprovechamiento académico utilizando Socrative.

### Conclusiones

Los resultados demuestran la necesidad de seguir haciendo estudios sobre intervenciones pedagógicas que integren herramientas tecnológicas lúdicas. Resulta muy importante que el tema de gamificación sea parte de la escuela del siglo XXI ya que la ausencia de las emociones y los retos en el aula limita en gran medida el desarrollo integral de los participantes en todo proceso de enseñanza-aprendizaje.

### Recomendaciones

Debido al amplio campo que hay en la educación con NTIC se sugiere se invierta en capacitación del profesorado para desarrollar competencias en aquellos recursos digitales tanto para diseño y desarrollo de video juegos así como también, tecnología de uso cotidiano que los jóvenes están utilizando para comunicarse.

Específicamente, es el caso de la realidad aumentada, el desarrollo de aplicaciones móviles, la producción de video tutoriales, manejo de las redes sociales e inmersión en ambientes digitales de colaboración como es el caso de la suite de Google. Sin duda, el campo de la enseñanza y el aprendizaje presenta como nunca antes un sin número de posibilidades al integrar herramientas tecnológicas.

### Referencias

- Bacigalupe, M., y Mancini, V. "Contribuciones para la construcción de un enfoque de las Neurociencias de y con la educación en la formación universitaria de pregrado en ciencias de la educación," *Revista de currículum y formación de profesorado*, Vol. 18, No. 3, 2014.
- Barrios-Tao, H. "Neurociencias, educación y entorno sociocultural," *Educación y educadores*, Vol. 19, No. 3, 2016.
- Castells, M. "*La sociedad red: una visión global*," Madrid: Alianza. 2006.
- Creswell, J. W. "*Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*," Boston: PEARSON. 2006.
- Cortizo, J. C., Carrero, F., Monsalve, B., Velasco, A., Díaz del Dedo, L. I. y Pérez Martín, J. "Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los videojuegos," En M. J. García García y E. Icarán (coords.), VIII Jornadas internacionales de innovación universitaria. Madrid: Universidad Europea de Madrid. 2011.
- Gaitán, V. "Gamificación: el aprendizaje divertido," *Educativa*. 2013, consultada por Internet el 15 de enero del 2017. Dirección de internet: <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- García Carrasco, J., & Juanes Méndez, J. "El cerebro y las tic," *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, Vol. 14 No. 2, 2013.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. "*Metodología de la investigación*," México: McGraw-Hill. 2010
- Immordino-Yang, M. H., y Damasio, A. We Feel, "Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education," *Mind, Brain, and Education*, Vol. 1 No. 1, 2007, consultada por Internet el 16 de enero del 2017. doi: 10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x
- Kapp, K.M. "*The Gamification of learning and Instruction*," San Francisco: John Wiley. 2012.
- Mera Paz, J. A. "Gamificación una estrategia de fortalecimiento en el aprendizaje de la ingeniería de sistemas, experiencia significativa en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán," *Revista Científica*, Vol. 3 No. 26, 2016, consultada por Internet el 16 de enero del 2017. doi:10.14483/udistrital.jour.RC.2016.26.a1
- Pérez, L., I., y Rivera G. E. "Formar docentes, formar personas: análisis de los aprendizajes logrados por estudiantes universitarios desde una experiencia de gamificación," *Signo Y pensamiento*, Vol. 36 No.70, 2017, consultada por Internet el 16 de enero del 2017. doi:10.11144/Javeriana.syp36-70.fdfp
- Sánchez I Peris, F. "Gamificación," *Education In The Knowledge Society (EKS)*, Vol. 16 No. 2, 2015, consultada por Internet el 16 de enero del 2017. doi:10.14201/eks20151621315
- Small, G. "El cerebro digital. Cómo las nuevas tecnologías están cambiando nuestra mente," Barcelona: Urano. 2009
- Tünnermann, C. "*Educación superior de cara al siglo XXI*," San José: Editorial Mirambell. 1999
- UNESCO. "*Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente, guía de planificación*," 2004 consultada por Internet el 18 de enero del 2017. Dirección de internet: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf>

# El desarrollo sustentable en el Estado de Sinaloa: Diagnóstico general

López Arellano José Ramón<sup>1</sup>, Morales Ávila Myrna Cristina<sup>2</sup>, Romero Rubio Salvador Abraham<sup>3</sup>

## RESUMEN

El Desarrollo Sustentable obedece a la idea básica de satisfacer las necesidades de la sociedad actual sin comprometer la estabilidad del futuro, es decir, mantener un equilibrio “Sustentable” entre las personas a fin de desarrollar estrategias en pro del bienestar del mundo. La palabra sostenible ha sido cuestionada en virtud a que en diferentes países su significado varía en torno a lo que se mantiene estable. Se habla de sostenible cuando los recursos utilizados para mantener una estructura no se acabaran nunca, por lo que es seguro invertir, vivir, crear, desarrollar, explorar y más en ese campo. Se realizó un análisis bibliográfico revisando desde artículos científicos, revistas y libros de diferentes bases de datos como Conricyt y gubernamentales, para conocer el diagnóstico en que se encuentra el estado de Sinaloa en cuanto al desarrollo sustentable. Se encontró que este estado tiene gran potencial en las áreas de recursos hidráulicos, bioenergía, energía solar y gas natural que pueden contribuir a un desarrollo industrial, desarrollo de tecnologías y potencializar su capacidad instalada.

**Palabras clave:** Biogás, Energía renovable, México, Desarrollo económico, Recursos hidráulicos

## INTRODUCCIÓN

Se puede decir que el desarrollo sustentable tiene como fin la sostenibilidad económica, ecológica y social.

La economía ambiental sostiene que los recursos naturales que antes eran considerados como infinitos ahora se reconocen como escasos, los factores de producción como tierra, trabajo y capital que se consideran sustituibles entre sí, ahora se considera que no lo son, la preocupación es mantener el capital total, esto incluye al natural, pero únicamente por razones económicas y no por conservacionismo ambiental.

Por su parte la economía ecológica es una oposición a la economía neoclásica y a la ambiental, basándose en la ecología y la termodinámica, debido a que la primera supone escalas de productividad óptima, el problema radica en que mientras que la economía puede crecer, no lo hace el sistema de la biosfera, como consecuencia, el crecimiento económico presiona los sistemas ambientales arriesgando la manutención de la vida en estos.

La búsqueda de soluciones a los problemas ambientales en escala mundial requiere de nuevas formas de concertación entre los países de la región, puesto que los países más desarrollados han demostrado actuar mucho más coordinados en la identificación y defensa de sus intereses. Eso quedó evidenciado, por ejemplo, en los documentos confidenciales traídos a la luz pública muy recientemente y que comprueban que ya en Estocolmo el entonces llamado Grupo de Bruselas (Alemania, Bélgica, EE.UU., Francia, Países Bajos y Reino Unido) trató, entre otras maniobras, de resistir la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el establecimiento de regulaciones ambientales al nivel mundial. Son en verdad reveladoras algunas de las afirmaciones de esa auténtica asociación de conspiradores tras bambalinas —una instancia no oficial de toma de decisiones que debe permanecer no oficial y confidencial— (Hammer, 2002).

## FUNDAMENTO TEORICO

Se les llama cornucopianos a aquellos ambientalistas que consideran que es posible superar los problemas ambientales con soluciones técnicas. Hoy en día, los tecnocentristas están estrechamente ligados a la defensa de la economía de libre mercado.

En el mismo contexto se encuentran los antiambientalistas, quienes afirman que los análisis y proyecciones catastróficas hechas por estos, carecen de fundamentos científicos, rechazan el crecimiento del ecologismo de limitar el crecimiento, porque eso restringiría los efectos positivos del progreso económico y el avance tecnológico.

<sup>1</sup> Director del parque de innovación tecnológica y profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), México. ramonlo@uas.edu.mx

<sup>2</sup> Profesora de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), México. myrnamorales@uas.edu.mx

<sup>3</sup> Profesor de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), México. Salvador.fca@uas.edu.mx.

Así, los cornucopianos defienden la preservación de parques y reservas por presentar un estado salvaje y por otra parte se resisten a dar la debida importancia a la protección de las especies en extinción. Para ellos el ser humano impone su dominio sobre la naturaleza confiando en el desarrollo tecnológico.

Por otro lado, se encontraron las corrientes de pensamiento, ecocentrista y tecnocentrista, las que utilizan, hoy en día, ampliamente los resultados de la ciencia para fundamentar sus posiciones. Mientras los tecnocentristas reivindican las posibilidades humanas de dominar y administrar la naturaleza, partiendo de la ciencia analítica convencional, los ecocentristas reivindican las relaciones de armonía con la naturaleza, apoyándose en la ecología y las leyes de la termodinámica (Pepper, 1986: 116).

Riechman (1995) apunta que el punto de partida de este trabajo es diferente: si nos tomamos en serio el desafío contenido en el concepto de "desarrollo sostenible", el objeto de la controversia se nos queda en casa, porque el desarrollo sostenible no es cuestión sólo del Sur, ni fundamentalmente del Sur, sino sobre todo del Norte, del Norte sobredesarrollado y "maldesarrollado".

Por su parte, Sousa (2004), apunta que los expertos en hipocresía organizada transforman el desarrollo participativo en crecimiento económico con participación, otro desarrollo en otro crecimiento económico, desarrollo endógeno en crecimiento económico endógeno. Hasta el desarrollo sostenible ha sido traducido como crecimiento económico que se sostiene por muchas y muchas generaciones. Se puede apreciar cómo las organizaciones en complicidad con los países hegemónicos, cuyo único fin es el control del poder, han mantenido y subdividido el desarrollo como una medida inalcanzable y a la que solo ellos tienen derecho, dejando atrás la esperanza de llegar a tener un desarrollo estable que genera una economía estable y volviéndose una idea utópica.

Asimismo, Foladori (2004) apunta que es imprescindible que sean las organizaciones de trabajadores quienes incorporen en sus agendas la preocupación ambiental. Es imprescindible que las técnicas ambientalmente menos degradantes se vayan implantando junto a la modificación de las relaciones sociales de producción y a la reducción del efecto del mercado sobre los procesos productivos. Sólo así la sustentabilidad social acompañará a la sustentabilidad ecológica. La degradación de la naturaleza humana se acelera con la acumulación y concentración del capital, los avances en la sustentabilidad ecológica se ven rebasados por la crisis social. Sólo la reducción de las fuerzas del mercado, que también implicaría modificaciones en las relaciones de producción, podría establecer una relación más equilibrada al interior de la sociedad humana y con la naturaleza externa.

Dicho de otra manera, y según Roca (2000) los países ricos contribuyen de forma desproporcionada a los problemas ecológicos actuales. Para reducirlos y dejar espacio ambiental a los países más pobres deberían disminuir de forma radical el uso de energía y materiales. Sería ingenuo pensar que ello es un objetivo político sencillo. Sin embargo, es posible pensar en políticas económicas que se orienten al mismo tiempo hacia una mayor equidad, un mayor bienestar para la mayoría de la población y un uso menor de recursos. El reto es disminuir la presión ambiental y no cualquier tipo de actividad económica.

Así, se concluye con Guimarães enfatizando que "La naturaleza humana será la última parte de la Naturaleza a rendirse al hombre... y los sometidos a su poder ya no serán hombres: serán artefactos. La conquista última del Hombre será de hecho la abolición del hombre..." (2003).

## CONTEXTO

La geografía, extensión territorial de océanos, biomasa y recursos geotérmicos, permiten a Sinaloa la posibilidad de aprovechar de una mejor manera las fuentes de energía solar, bioenergía y recursos hidráulicos.

También, por su vocación y potencialidad natural, la entidad tiende de manera importante a abrirse de manera natural a estas áreas de gran beneficio, ya que las tendencias de la nueva era energética en el siglo XXI desplazarán a los combustibles fósiles.

Este desplazamiento impulsa la necesidad de recurrir a energías alternativas que conllevan a la eficiencia energética, tecnologías de energías renovables (eólica, solar, minihidráulica y biomasa), de transporte sustentable, así como de agricultura sustentable

La oportunidad para los inversionistas en estos tiempos reside en encontrar regiones dentro del país que cuenten con los mejores recursos naturales que ofrezcan una alta rentabilidad a sus plantas de energía. Sinaloa presenta una gran oportunidad, ya que cuenta con un vasto recurso hídrico, alta radiación solar, producción masiva de biomasa y

una amplia red de interconexión a la red eléctrica del país, lo cual convierte al Estado en una plataforma inmejorable para el desarrollo de energías renovables.

Sinaloa es reconocido en México y el extranjero por su liderazgo en producción alimentaria, por el volumen y calidad de sus productos pesqueros, cárnicos y agrícolas, los cuales se exportan a más de 60 países, entre los cuales se encuentran Estados Unidos, Japón, Corea del Norte, Turquía, Rusia, Ecuador, El Salvador, Italia, Polonia, Francia, etc.

También, el Estado posee un gran potencial para la generación de energía hidroeléctrica. Se ha detectado 29 sitios con una producción estimada de 614 MW los cuales presentan una gran oportunidad para el desarrollo de plantas mini hidroeléctricas que pueden proveer un potencial de 29 sitios entre 10 y 30 MW, 3 sitios por arriba de 60 MW, así como decenas de sitios por debajo de 2 MW dentro de la red de irrigación del Estado, la cual es la más amplia y con mayores pendientes de país.

Asimismo, Sinaloa es el principal productor de biomasa en México, las cuales pueden ser utilizadas para la producción de biogás a partir de sus residuos agrícolas, ganaderos y productos animales, pesqueros y acuícolas. Se calcula un aproximado de casi siete millones de toneladas de biomasa agrícola en el Estado, de las cuales el 70% se concentra en cultivos leñosos (maíz).

Así, la producción de biogás derivada de la biodigestión de los residuos agrícolas se calcula en casi 700 millones de metros cúbicos anuales.

En cuanto a biomasa de origen animal, la región cuenta con una intensa actividad ganadera, contando con más de 22.5 millones de unidades, siendo las principales la avícola y la bovina. Si se considera solo las producciones estabuladas de bovinos, porcinos y avícolas, la cantidad anual de biomasa de origen animal asciende a 2.2 millones de toneladas.

Tabla 1.

Distribución por zonas de la producción de estiércol ganadero (millones de TON/año)

	Zona Norte	Zona Centro-Norte	Zona Centro	Zona Sur
Porcino	11%	2%	10%	2%
Bovino	8%	46%	89%	66%
Avícola	80%	52%	1%	32%

Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico de Sinaloa (2010).

Dicho lo anterior, Sinaloa cuenta con uno de los más grandes depósitos de biogás con base en biomasa de origen animal. Se estima un aprovechamiento para la producción de biogás (bovino, porcino y avícola) de 123.5 millones de metros cúbicos anuales, lo cual se plasma en la figura 1.

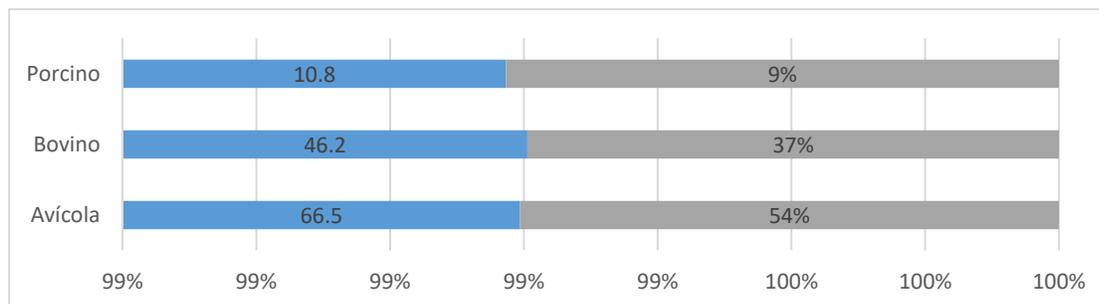


Figura 1. Potencial anual de generación de biogás.

Fuente: Elaboración propia (JRLA) con datos de Secretaría de Desarrollo Económico de Sinaloa (2010).

Es importante destacar también el potencial para la producción de biogás con base a biomasa generada de la industria de procesamiento de carne. El Estado cuenta con una gran industria alimentaria que procesa un volumen aproximado de 370 mil toneladas anuales, las cuales constituyen una importante fuente de biomasa.

Así, la zona centro de Sinaloa concentra el mayor número de rastros que, una vez restada la cantidad no recolectable, se estima que puede alcanzar alrededor de 95 mil toneladas anuales, lo que supondría un potencial de 4.5 millones de metros cúbicos de biogás.

También se concentra un amplio potencial de biogás con base en biomasa pesquera y acuícola, Sinaloa es el segundo estado en volumen de producción mencionada, de las cuales el 63% está concentrado en las especies de sardina, atún y camarón. La industria pesquera y acuícola genera anualmente una cantidad de residuos disponibles de esta actividad, la cual supera las 130,000 toneladas anuales de las que el 86% se concentra en residuos de pescado y de 84% del total de estas actividades se concentra en la zona sur del estado.

En la figura 4 se puede observar el potencial de producción de biogás partir de residuos pesqueros y acuícolas en el Estado, esto en millones de metros cúbicos por año.

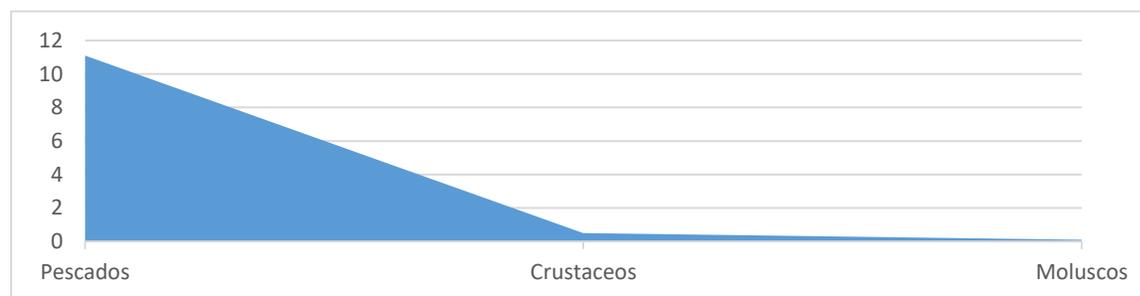


Figura 2. Potencial de producción de biogás a partir de residuos pesqueros y acuícolas en Sinaloa (millones de M3 al año)

Fuente: Elaboración propia (JRLA) con datos de Secretaría de Desarrollo Económico de Sinaloa (2010).

Cabe destacar que los residuos de pescado son los que presentan una mayor proporción en cuanto a producción de biogás y los que más contribuyen a alcanzar un valor aproximado de 12 millones de metros cúbicos anuales.

Por otro lado, el potencial solar en México es grande, ya que es uno de los países con mayor incidencia de radiación solar. La radiación solar en México es de cinco kilowatts por hora por metro cuadrado, por lo que se ubica entre los cinco países con mayor potencial para explorar esta fuente de energía sustentable.

Estos altos niveles de radiación solar posibilitan el desarrollo de las tecnologías solares en el país sin apoyos estructurales o subsidios. En México ya se están construyendo 124 mega watts fotovoltaicos y otros 12 mega watts termosolares se encuentran en una fase de estudio avanzado.

Sinaloa se considera una región idónea para parques fotovoltaicos con alta eficiencia y rentabilidad, ya que, como se observa en la figura 5, Sinaloa es uno de los Estados con mayor radiación solar, con 6.1 horas de sol pico por día de valor medio, lo cual es superior a la media de México, lo cual se muestra en la figura 3.

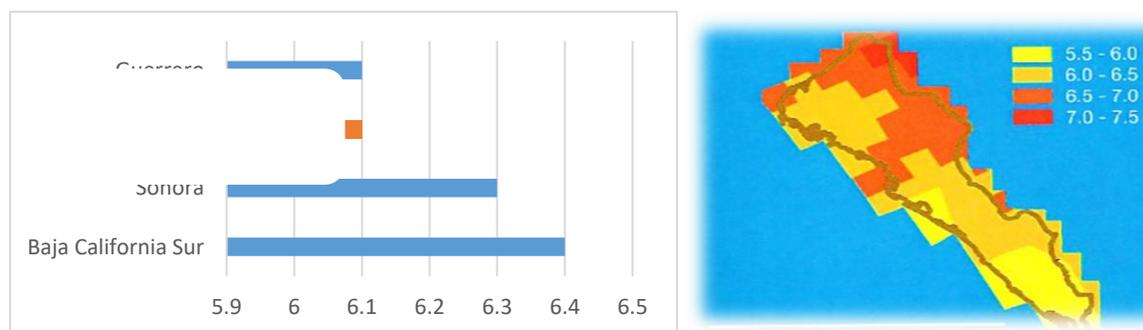


Figura 3. Horas de sol pico por día en México y mapa de radiación solar directa en Sinaloa

Fuente: Elaboración propia (JRLA), con datos del Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa (2010)

Como se observa en la figura 3, las zonas norte y centro-norte de Sinaloa, en la frontera con los Estados de Sonora y Durango son las de mayor potencial solar, registrando arriba de 7 Kilowatts por metro cuadrado al día.

Por otro lado, en uno de los puntos de la Actualización anual de la Estrategia Nacional de Energía, 2014-2028 se propone la construcción del gasoducto Noroeste, de una longitud aproximada de 1,780 kilómetros, se proveerá de gas natural a 3 estados: Chihuahua, Sonora, y Sinaloa, para contribuir a su desarrollo industrial. Este nuevo gasoducto incrementará en 1,606 millones de pies cúbicos diarios la capacidad de transporte del Sistema Nacional de Gasoductos (Estrategia Nacional de Energía 2014-2028).

En la actualidad, Sinaloa traspasa el 80% de la energía que se genera en la presa Huites a Sonora, la presa es la 3ª más grande del Estado y la 12ª más grande de México, la misma cuenta con una central hidroeléctrica capaz de generar 422 mega watts de energía eléctrica.

En el mismo contexto, el Estado busca instalar centros de investigación e impulsar proyectos estratégicos sustentables, hidrológicos, solares, incluso, de producir energía con desechos de biomasa (Villaescusa para Café Negro, 2017). La Diputada Margarita Villaescusa Rojo presentó ante la Oficialía de Partes del Congreso del Estado una iniciativa para crear la Ley para el Fomento y el Aprovechamiento de Energías Renovables del Estado de Sinaloa.

Por otro lado, recientemente el Estado se sumó a los compromisos internacionales contenidos en la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas, sobre los objetivos del desarrollo sostenible, y tiene el honor de ser el primer estado del norte y el segundo en el país en instalar el Consejo Estatal para el Cumplimiento de la Agenda 2030.

En el mismo contexto Pablo Lucas Vaggione Pelegrin, coordinador para México y Cuba del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Urbanos, tomó protesta a los integrantes del Consejo Estatal para el Cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

En Culiacán, también firmó con la secretaria de Desarrollo Sustentable, Martha Robles Montijo, el Convenio Marco de Colaboración ONU-Hábitat-gobierno del Estado.

## RESULTADOS

A pesar que los planes de construcción de una planta solar en Topolobapo no se llevaron a cabo, los resultados de esta investigación revelaron que diferentes fuentes como la energía solar, recursos hidráulicos y bioenergía se pueden aprovechar gracias a las diferentes características con las que cuenta el estado de Sinaloa.

Una de las oportunidades es la del desarrollo de plantas mini hidroeléctricas que pueden producir hasta 614 MW con la cooperación de 29 sitios.

Sinaloa es el productor principal de biomasa en México, produciendo casi siete millones de toneladas de ésta, obtenidos de residuos agrícolas en su mayoría, ganaderos y acuícolas, en su zona centro se concentran el mayor número de rastros que suponen un potencial de 4.5 millones de metros cúbicos de biogás, generados hasta 700 millones de metros cúbicos anuales de los derivados agrícolas, mientras que 2.2 millones de toneladas de la actividad ganadera y 130 mil toneladas de la industria pesquera.

En cuanto a la producción de energía con base en biogás, realizadas las estimaciones de los diferentes recursos, la cantidad de biomasa disponible en Sinaloa asciende a 37 millones de toneladas con un potencial de biogás de 800 millones de metros cúbicos. Con este volumen de biogás, sería posible contar con una capacidad instalada máxima teórica de 226 mega watts en el Estado, y una potencia alcanzable en el mediano plazo de 95 mega watts.

México es uno de los cinco países con mayor potencial para explotar la radiación solar, permitiendo el desarrollo de las tecnologías solares y Sinaloa es una región idónea para parques fotovoltaicos dado que es uno de los estados con mayor radiación solar

Por otro lado, se propone la construcción del gasoducto Noroeste que proveerá de gas natural a Chihuahua, Sonora, y Sinaloa, para contribuir a su desarrollo industrial, que a su vez que la presa Huites abastece el 80% de la energía que produce a Sonora, con una capacidad de 422 mega watts.

## CONCLUSIONES

Las intenciones del desarrollo sustentable son la sostenibilidad social, ecológica y económica por lo que se requiere de nuevas soluciones a los problemas ambientales en escala mundial, que de ahí se desprenden varias corrientes como la de los cornucopianos quienes consideran que se pueden superar los problemas ambientales con soluciones técnicas; los tecnocentristas defienden la economía de libre mercado; los antiambientalistas que piensan lo contrario a los anteriores; y otras tales como los ecocentristas y tecnocentristas.

Competente al tema de Sinaloa, se encontró que tiene mucho potencial en cuanto al desarrollo sustentable, que dado a que las tendencias de la nueva era energética en el presente siglo dejarán de lado a los combustibles fósiles, así, se crea la necesidad de recurrir a alternativas de energía renovable como la eólica, solar, biomasa y minihidráulica, que además de preservar el ambiente son oportunidades de negocios para los inversionistas dada la alta rentabilidad en las plantas de energía.

Sinaloa es el principal productor de biomasa del país y reconocido internacionalmente por su producción alimenticia, también tiene grandes oportunidades en cuanto a la generación de energía hidroeléctrica por la cantidad de lugares donde ésta se produce, a su vez el potencial solar es grande ya que es uno de los estados con mayor incidencia de radiación solar del país y por otra parte el megaproyecto del gaseoducto contribuye al desarrollo industrial

## REFERENCIAS

- Aguiar Fuentes, David Enrique. Historia del concepto de desarrollo sustentable
- Álvarez, Mariana (2017). Sinaloa se suma a la Agenda del desarrollo sustentable. Recuperado de: <https://www.economista.com.mx/estados/Sinaloa-se-suma-a-la-agenda-del-desarrollo-sustentable-20170529-0033.html>
- Beadé Ruelas, Alma y García Soto, Carlos Enrique (2016). Calentadores solares de agua. Usa la energía solar a tu favor. Recuperado de: [https://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2016/bol325\\_calentadores\\_solares.asp](https://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2016/bol325_calentadores_solares.asp)
- Cuadernos de investigación urbanística n o 41. Madrid (España). pp 7-18.
- Estrategia Nacional de energía 2014-2028, Secretaría de Energía (2014). Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>
- Faladori, Guillermo. Tomassino, Humberto. El concepto de desarrollo sustentable treinta años después. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 1, p. 41-56, jan./jun. 2000. Editora da UFPR.
- Foladori, Guillermo (1999). Una tipología del pensamiento ambientalista.
- \_\_\_\_\_ (2007). Paradojas de la sustentabilidad: ecológica versus social. *Redalyc. Trayectorias*, vol. IX. .pp 20.30. México. Consultado el 1 de noviembre de 2017. Recuperado de: [https://drive.google.com/file/d/0B6\\_msTeLr2PAODE5NVBlafUdkk/view](https://drive.google.com/file/d/0B6_msTeLr2PAODE5NVBlafUdkk/view)
- Gonzalez, Irene (2017). Proponen ley para generar energías renovables en Sinaloa (2017). Recuperado de: <http://cafenegroportal.com/2017/05/11/proponen-ley-para-generar-energias-renovables-en-sinaloa/>
- Guimarães, Roberto P. (2003). Desafíos de la Sustentabilidad Desarrollo Territorial y Local ante la Globalización Corporativa. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile, septiembre de 2003.
- Man Yu Chang (2017). Cornucopianos: los ultraneoliberales. Recuperado de: [http://ojs.reduaz.mx/coleccion\\_desarrollo\\_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad8.pdf&gt](http://ojs.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad8.pdf&gt)
- Naredo, J. (1996). Sobre el origen, el uso y el contenido del término Sostenible.
- Ochoa, Carmen A. (2017). Cultura del agua: Sinaloa traspasa a sonora el 80% de la energía que se genera en la presa Huites. Recuperado de: <http://blancoynegro.mx/byn-opinion/13208-cultura-del-agua-sinaloa-traspasa-a-sonora-el-80-de-la-energia-que-se-genera-en-la-presa-huites.html>
- Ramírez, Miriam (2016). El gran negocio de la energía. Recuperado de <http://riodoce.mx/noticias/el-gran-negocio-de-la-energia>
- Riechman, Jorge (1995). *Desarrollo sostenible: la lucha por la interpretacion*. Trotta, Madrid 1995
- Roca Jusmet, Jordi (2000). El debate sobre el crecimiento económico desde la perspectiva de la sostenibilidad y la equidad. Departamento de Teoría Económica. Universidad de Barcelona.
- Sachs, Wolfgang (1996). *Diccionario del desarrollo. Una guía del conocimiento como poder*, PRATEC, Perú, 1996
- Secretaría de Desarrollo Económico del Estado (2010). Consejo para el Desarrollo de Sinaloa. Center Investment and Trade, Sinaloa. Sinaloa, competimos por el mundo, energías renovables. México, 2010.
- Souza, J. (2004). Desarrollo y Dominación Hacia la descolonización del pensamiento subordinado al conocimiento autorizado por el más fuerte. Instituto Internacional de Investigación para Políticas Alimentares (IFPRI). Recuperado de: [rcci.net/globalizacion/2009/fg841.htm](http://rcci.net/globalizacion/2009/fg841.htm).

# LA FORTIFICACIÓN DE PURÉ DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) CON ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA): UNA ALTERNATIVA NUTRITIVA PARA ZONAS POPULARES

MCA. Rafael López-Cruz<sup>1</sup>, Dr. Juan Arturo Ragazzo-Sánchez<sup>2</sup>  
Dr. Pedro Ulises Bautista-Rosales<sup>3</sup>, Dra. Rosa Isela Ortiz-Basurto<sup>4</sup> y Dra. Montserrat Calderón-Santoyo<sup>5</sup>

**Resumen**—El DHA aporta beneficios a la salud, sin embargo su ingesta en países occidentales es baja, una opción de consumo sería adicionarlo en un alimento de amplia cobertura en México como el frijol. El objetivo fue formular un producto de frijol listo para su consumo, fortificado con DHA. El producto fue estandarizado utilizando dos concentraciones de aceite y dos tiempos de freído, seleccionando mediante evaluación sensorial la de mayor concentración de aceite y menor tiempo de freído. Tres variedades de frijol fueron evaluadas sensorialmente, seleccionándose la variedad azufrado-Higuera. Tres concentraciones de antioxidante BHT fueron evaluadas sobre la estabilidad del DHA, encontrando que 50 ppm de BHT mantiene estable al ácido graso durante su almacenamiento a tres temperaturas y después del recalentamiento convencional y microondas. La adición del ácido graso no afectó la preferencia sensorial del producto. La vida de anaquel del producto almacenado a 25 °C es de 13 meses.

**Palabras clave**—DHA, fortificado, frijol, estabilidad

## Introducción

El ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6n-3) es un ácido graso altamente insaturado de cadena larga, pertenece a los ácidos omega 3, está formado por 22 carbonos en su cadena de acilo que incluye 6 dobles enlaces (Tvrzycka *et al.*, 2011). Químicamente se describe como ácido *cis*-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico, cuyos números representan el átomo de carbono donde se posiciona la insaturación (Calder, 2016).

El DHA posee actividad biológica, podría disminuir la incidencia y el progreso de una serie de enfermedades humanas, incluido el cáncer (Si-Nan *et al.*, 2013), enfermedades cardiovasculares (Carrero *et al.*, 2004), depresión (Hallagan *et al.*, 2007), demencia y Alzheimer (Schaefer, 2006), trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Stevens *et al.*, 2003), entre otros.

El adecuado aporte de DHA en forma directa o como suplementación, durante toda la vida, particularmente durante el embarazo y la lactancia promueven un adecuado desarrollo cerebral durante la vida intrauterina y los primeros años de vida, especialmente en las funciones cognitivas y visuales (Valenzuela *et al.*, 2013; Harris y Baak, 2015), mientras que una alta ingesta de DHA en la vida adulta, sería fundamental para una conservación del tejido cerebral durante el envejecimiento ayudando a prevenir el deterioro cognitivo (Heinrichs, 2010).

Los peces grasos y azules como el salmón, arenque, sardina, trucha y atún, así como el aceite de pescado son la principal fuente alimenticia de DHA, con valores que van de 1 a 1.75% (Calder, 2016), sin embargo, la ingesta de estos peces en países occidentales es muy baja (Bruneel *et al.*, 2013; Bradbury, 2011), lo que ha llevado al desarrollo de nutraceuticos mediante su encapsulación o su fortificación en alimentos (Ganesan *et al.*, 2012; Kolanowsky y Laufenberg, 2006) ya sea de fuente de peces o algas.

Dentro de las estrategias eficaces para corregir las deficiencias de nutrientes de la población, se encuentra la adición de los mismos en un alimento, generalmente alimentos básicos que consume la mayoría de la población, con amplia cobertura y bajo costo (Scrimshaw, 2005).

En México, el frijol es un producto de gran importancia en la dieta básica nacional, forma la principal guarnición que acompaña a los platillos, además de ser la principal fuente de proteínas de los estratos bajos de la sociedad

<sup>1</sup> MCA. Rafael López-Cruz es estudiante del programa de Doctorado en Ciencias en Alimentos en el Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit, [rafaelc10@hotmail.com](mailto:rafaelc10@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Juan Arturo Ragazzo-Sánchez es Profesor-Investigador en el Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit, [arturoragazzo@hotmail.com](mailto:arturoragazzo@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Pedro Ulises Bautista-Rosales es Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Nayarit, [u\\_bautista@hotmail.com](mailto:u_bautista@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Rosa Isela Ortiz-Basurto es Profesora-Investigadora en el Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit, [riobasurt@ittepic.edu.mx](mailto:riobasurt@ittepic.edu.mx)

<sup>5</sup> Dra. Montserrat Calderón-Santoyo es Profesora-Investigadora en el Instituto Tecnológico de Tepic, Nayarit, [montserratcalder@gmail.com](mailto:montserratcalder@gmail.com) (autor correspondiente)

mexicana (SIAP, 2016). Durante los últimos años, se han observado modificaciones importantes en el consumo de frijol, observándose un mercado de consumo en crecimiento para el frijol procesado (Rodríguez-Licea *et al*, 2010). El objetivo del estudio consistió en elaborar un producto de frijol listo para su consumo fortificado con DHA y evaluar algunos parámetros fisicoquímicos del mismo.

## Materiales y Métodos

### Material

Se utilizó frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cosechado en el Estado de Nayarit, variedades Negro-Jamapa, Azufrado-Higuera y Flor de Junio-Marcela. Se utilizó el producto DHA-EPA 50 30 en aceite, y antioxidante BHT en polvo, de la marca Trophē Ingredientes.

### Estandarización del proceso

Se realizó limpieza y lavado de frijol, luego se colocó a imbibición en agua durante 12 horas, relación 1:3 (m/v, grano: agua), se realizó drenado y se llevó a cocción en agua durante 140 minutos a presión atmosférica. Se realizó la molienda en un molino de discos NIXTAMATIC, usando discos para molienda en húmedo, ajustando la distancia entre éstos de 4 mm. La pasta obtenida fue freída en aceite comercial con alto contenido en ácido oleico, en concentraciones de 4 y 6 mL/100 g de producto, durante 3 y 6 min. Para determinar el mejor tratamiento, se realizó una prueba sensorial de preferencia por ordenamiento. Se evaluó el efecto de tres variedades de frijol: Negro-Jamapa, Azufrado-Higuera y Flor de Junio-Marcela sobre la preferencia del producto, para lo cual se aplicaron las condiciones seleccionadas de la primera evaluación sensorial y se realizó una segunda evaluación para elegir solo una de ellas.

### Análisis sensorial

Se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento siguiendo la metodología propuesta por Pedrero y Pangborn (1999), mediante un panel de 50 jueces no entrenados, a los que se les presentaron las muestras codificadas. Realizando la misma metodología para las diferentes etapas de la investigación.

### Adición y estabilidad del DHA

Se evaluaron tres concentraciones de antioxidante BHT (0, 25 y 50 ppm) y dos tipos de recalentamiento (1 min en microondas y 2 min en estufa) sobre la estabilidad del DHA. El antioxidante junto al DHA (100 mg/ 130 g de producto) fueron adicionados al producto en la etapa de freído, posterior a ello se realizó el empaqueo a vacío en bolsas laminadas doble barrera, se llevó a esterilización comercial y se almacenó a 30, 45 y 60 °C para realizar pruebas de almacenamiento acelerado.

### Identificación de DHA por cromatografía de gases

La extracción de lípidos de las muestras se realizó mediante uso de solventes hexano/metanol (2:1, v/v) en agitación a 125 rpm por 12 h, se realizó filtrado después de centrifugación a 3000 rpm a 5°C por 10 min, se decantó la fase acuosa y la fase orgánica (sobrenadante) se secó en atmosfera de vacío a 40°C hasta obtener los lípidos. La esterificación de los ácidos grasos se realizó mediante solución metanólica de trifluoruro de boro. Para la identificación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos obtenidos, se utilizó estándar del éster metílico del ácido graso DHA (≥98%). Se utilizó un cromatógrafo de gases (Marca Varian Modelo CP-3800), la detección de los ácidos grasos fue por ionización de llama (FID). Las condiciones del cromatógrafo fueron las siguientes: temperatura del inyector 250 °C, temperatura del detector 230 °C. En la columna, un gradiente de temperatura en donde la temperatura inicial 50 °C, aumentando 8 °C/ min hasta 200 °C, se sostuvo por 2 minutos y nuevamente se aumentó 1 °C/min hasta 230 °C. El gas acarreador fue nitrógeno.

### Vida de anaquel

Se evaluaron parámetros fisicoquímicos utilizando las metodologías oficiales de la AOAC correspondientes a la determinación de humedad, actividad de agua, acidez titulable, pH y color. Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo a las normas oficiales mexicanas, evaluando mesófilos anaerobios, coliformes totales, hongos y levaduras. Los análisis se realizaron cada 7 días durante 12 semanas. Se obtendrá el valor de vida de anaquel a 25 °C mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Vida de anaquel a } 25\text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{Q_{10} * \text{Vida de anaquel a temperatura } T * (T + 273.15)}{(25\text{ }^{\circ}\text{C} + 273.15)}$$

Donde  $Q_{10}$  es el valor del factor entre la relación del tiempo de vida de anaquel a dos temperaturas y,  $T$  es la temperatura de almacenamiento de las muestras.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de la varianza (ANOVA), además de una prueba de comparación de medias (LSD de Fisher) para determinar diferencias entre tratamientos con un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ , utilizando el paquete estadístico para Windows *STATISTICA* versión 10.

## Resultados

### Selección de tratamiento

La concentración de aceite añadido y el tiempo de freído afectaron los parámetros fisicoquímicos ( $p < 0.05$ ) humedad, acidez titulable y luminosidad en el caso del color, pero no se afectó la actividad de agua ni el pH ( $p > 0.05$ ) (cuadro 1). Los tratamientos con mayor tiempo de freído presentaron menor cantidad de humedad, mayor acidez y menor luminosidad, los que al estar expuestos por mayor tiempo a altas temperaturas, permitieron mayor evaporación de agua, afectando la acidez del producto debido probablemente a la hidrólisis de triacilglicéridos y liberación de ácidos grasos (Badui, 2006). La disminución en los valores de luminosidad puede ser explicado por un pardeamiento no-enzimático ocurrido durante el proceso de freído, debido a la formación de pigmentos oscuros (Alvis y cols., 2008).

Tratamiento	Humedad	Acidez titulable	Color			Actividad de agua	pH
			L*	C*	h*		
3 min, 4mL /100g	68.38±0.46 <sup>a</sup>	6.26±0.005 <sup>b</sup>	50.80±0.35 <sup>ab</sup>	10.67±0.62 <sup>a</sup>	53.83±0.45 <sup>a</sup>	0.973±0.007 <sup>a</sup>	6.26±0.005 <sup>a</sup>
3 min, 6mL /100g	66.77±0.40 <sup>b</sup>	6.27±0.005 <sup>c</sup>	50.90±0.74 <sup>a</sup>	9.53±0.52 <sup>b</sup>	53.36±0.21 <sup>a</sup>	0.975±0.006 <sup>a</sup>	6.27±0.005 <sup>a</sup>
6 min, 4mL /100g	64.86±1.01 <sup>c</sup>	6.25±0.005 <sup>a</sup>	49.05±1.46 <sup>b</sup>	10.41±0.31 <sup>ab</sup>	53.58±0.73 <sup>a</sup>	0.970±0.006 <sup>a</sup>	6.25±0.005 <sup>a</sup>
6 min, 6mL /100g	64.39±1.16 <sup>c</sup>	6.26±0.005 <sup>bc</sup>	49.45±0.94 <sup>ab</sup>	10.41±0.54 <sup>ab</sup>	53.30±1.12 <sup>a</sup>	0.969±0.006 <sup>a</sup>	6.26±0.005 <sup>a</sup>

Cuadro 1. Efecto de la concentración de aceite y tiempo de freído sobre los parámetros fisicoquímicos.

El efecto del tiempo de freído y concentración de aceite sobre la preferencia del producto se muestra en la figura 1. Se observó una tendencia en la preferencia por el tratamiento 2, encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) respecto a los tratamientos 1 y 3. Los evaluadores tendieron a preferir las muestras con mayor contenido de aceite, siendo el tratamiento número 2 (3 minutos de freído y concentración de aceite de 6mL/100 g de producto) el que se eligió para determinar la preferencia sensorial por la variedad de frijol. Durante el freído, el agua tiende a evaporarse, dejando espacios libres dentro del alimento, donde el aceite reemplaza al agua evaporada, confiriendo mejor textura y palatabilidad (Choe, 2007).

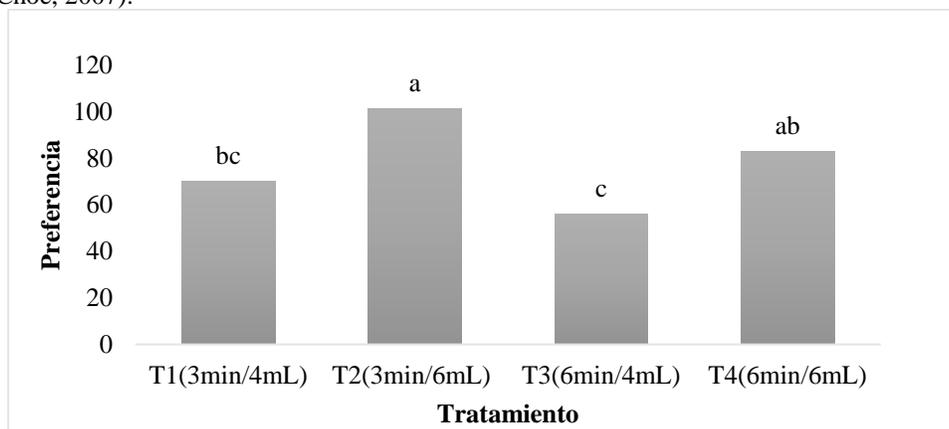


Figura 1. Efecto de la concentración de aceite y tiempo de freído sobre la preferencia de frijoles refritos cv. Negro Jamapa.

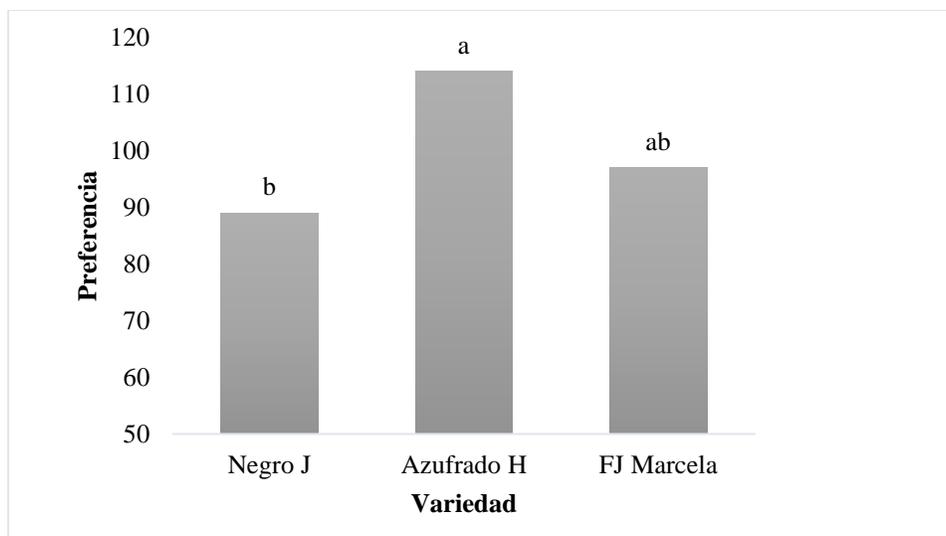


Figura 2. Efecto de tres variedades de frijol sobre la preferencia de frijoles refritos.

#### *Vida de anaquel*

La figura 3 muestra que la cantidad de antioxidante BHT presentó efecto sobre el crecimiento de microorganismos durante el almacenamiento de las muestras. Se pudo observar que sin adición de antioxidante, las muestras presentaron crecimiento de microorganismos desde la primera semana de almacenamiento a 30 y 45 °C, mientras que con adición de 25 ppm de BHT; el producto es estable hasta la semana 7, donde no se reportó presencia de microorganismos. La concentración más alta de antioxidante utilizada (50 ppm) mantiene microbiológicamente estable al producto durante mayor tiempo de almacenamiento (10 semanas) a 45 °C. Gutiérrez-Larraínzar y cols. (2013) encontraron acción antimicrobiana de antioxidantes sintéticos, entre éstos el BHT. El mecanismo de acción elucidado por García-García y Palou-García (2008) menciona que al ser el BHT un compuesto fenólico, lesiona la membrana celular de los microorganismos, provocando la liberación de componentes celulares necesarios para el desarrollo de los mismos. No se reportó crecimiento de microorganismos coliformes totales en ninguna de las temperaturas de almacenamiento. A una temperatura de 60 °C no se reportó crecimiento de ningún tipo de microorganismo, debido a que esa temperatura no son viables las células microbianas en estudio.

En la figura 4 se observa que a temperaturas de 30 °C de almacenamiento, la luminosidad permanece estable durante el período de prueba, mientras que a 45 y 60 °C de almacenamiento la luminosidad va descendiendo, es decir, el producto se va oscureciendo, debido a reacciones de pardeamiento no enzimático y por la oxidación de carotenoides (García y cols., 2011). A 60 °C, la luminosidad solo permanece estable durante las primeras cinco semanas con 50 ppm de antioxidante BHT. Por lo que se consideraron las variables que presentaron mejor correlación con el tiempo de almacenamiento, es decir, que fueron influenciadas por el período de incubación. Siendo el color (Luminosidad), la variable utilizada para la predicción de la vida de anaquel. Se calculó el valor del factor  $Q_{10}$  relacionando el logaritmo natural del tiempo de vida de anaquel obtenido mediante las pruebas aceleradas respecto a las temperaturas de almacenamiento, obteniendo un valor de  $Q_{10}=10.47$ .

De acuerdo a la ecuación utilizada, la predicción de la vida de anaquel del producto terminado resultó en 391 días, es decir, 13 meses de almacenamiento a una temperatura de 25°C.

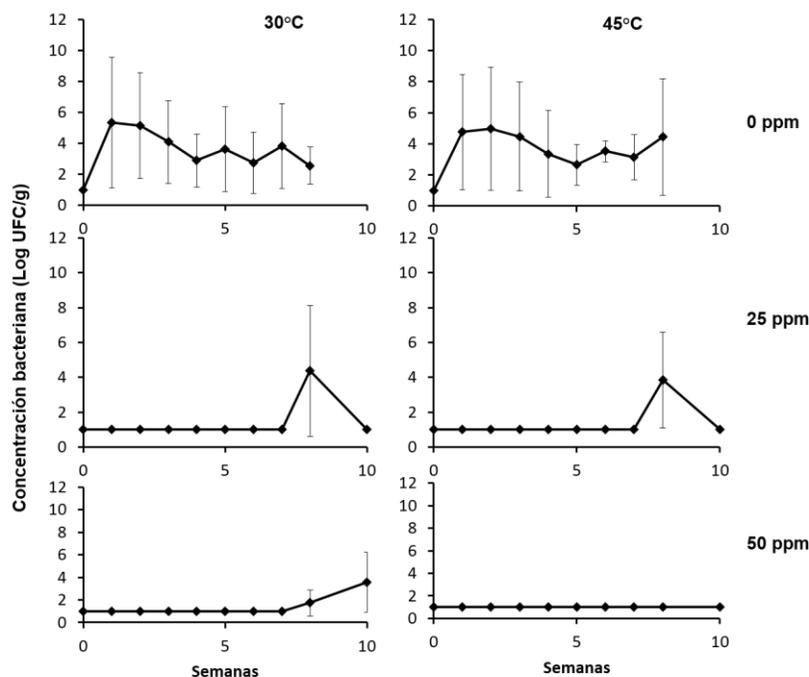


Figura 3. Efecto de la concentración de BHT y temperatura de almacenamiento sobre el crecimiento de microorganismos.

Se puede apreciar en la figura 5 que el recalentamiento ya sea por microondas o convencional en estufa no afecta la estabilidad del DHA, sin embargo, se puede observar que se reduce su cantidad a la mitad durante el almacenamiento de 2 semanas. A pesar de las temperaturas alcanzadas durante el calentamiento del producto, no se ve afectada la concentración del ácido graso, de manera que el antioxidante BHT participa en la protección del DHA debido a que es un antioxidante primario o interruptor de cadena, actuando en la etapa de propagación reaccionando con los radicales para convertirlos en compuestos más estables (Delgado *et al*, 2015).

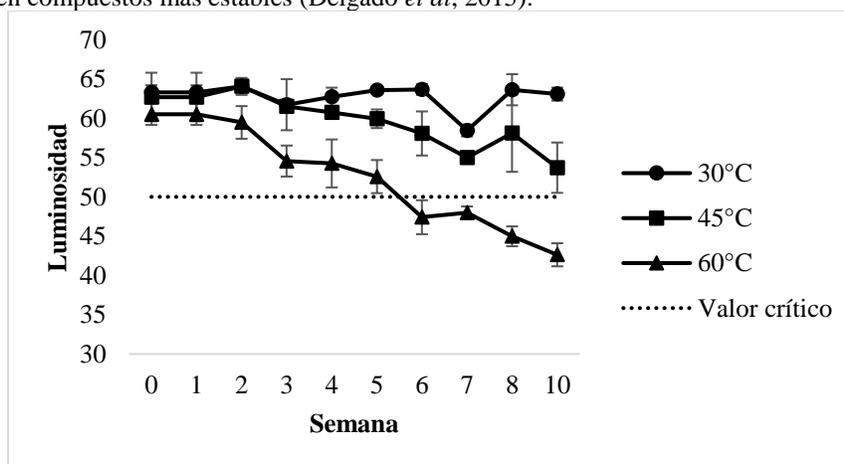


Figura 4. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la luminosidad del producto.

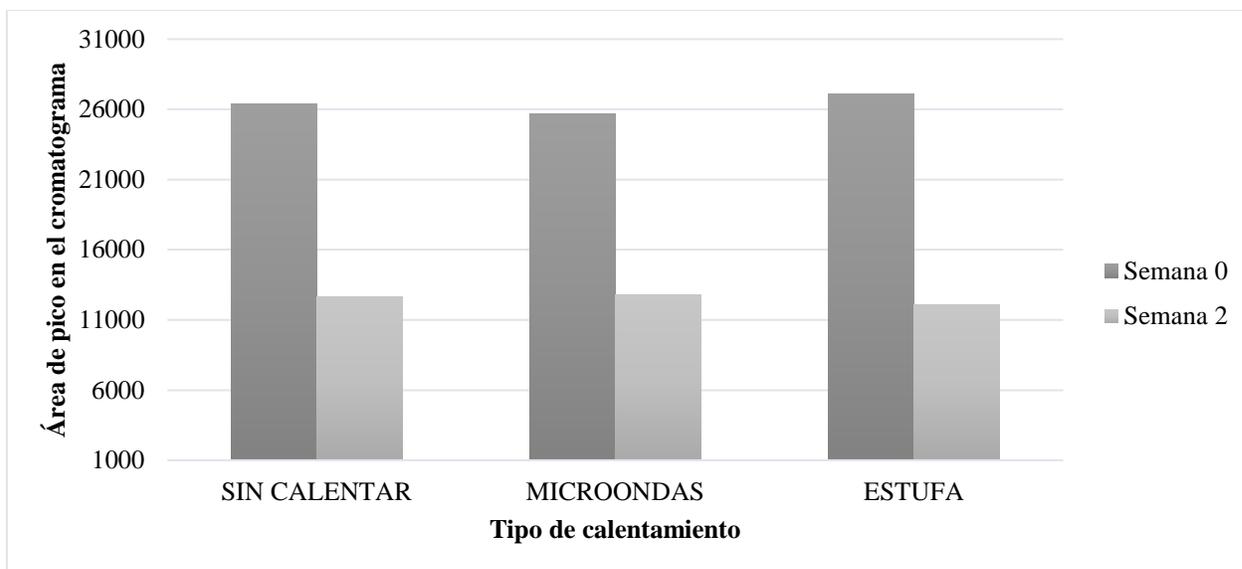


Figura 5. Área de pico en la determinación de DHA por cromatografía de gases en muestras con diferentes tipos de calentamiento almacenados a 30°C durante dos semanas.

### Conclusiones

Se obtuvo un producto de frijol fortificado con DHA, el cual puede ser una opción de consumo que contribuya a reducir la carencia de este ácido graso en la dieta, permaneciendo éste estable aún después del recalentamiento. La adición de antioxidante BHT presentó un efecto antimicrobiano al retardar su crecimiento y desarrollo durante el período de prueba. Se estandarizó el proceso de freído de frijol, seleccionándose el tratamiento con 6 mL de aceite /100 g de producto y 3 minutos de freído. La variedad de frijol claro fue mayormente preferida por el panel de jueces, siendo de mayor consumo en la región de estudio. No se afectó la preferencia sensorial del producto con DHA en diferentes concentraciones utilizadas; 50, 75 y 100 mg/ 130 g de producto. El tiempo de vida de anaquel predicha para el producto terminado fue de 13 meses. De acuerdo al perfil de ácidos grasos obtenido mediante el análisis cromatográfico, el DHA se mantuvo estable después del recalentamiento. Estando presente en el alimento durante el almacenamiento.

### Referencias bibliográficas.

- Alvis, A., H.S. Villada, y D.C. Villada. "Efecto de la Temperatura y Tiempo de Fritura sobre las Características Sensoriales del Ñame (*Dioscorea alata*)," *Información Tecnológica*, Vol. 19, No. 5, 2008.
- Badui, S. "Química de los Alimentos," Cuarta edición, *PEARSON EDUCACIÓN*, México, 2006.
- Bradbury, J. "Docosahexaenoic Acid (DHA): An Ancient Nutrient for the Modern Human Brain," *Nutrients*, Vol. 3, 2001.
- Bruneel, C., C. Lemahieu, I. Fraey, E. Ryckebosch, K. Muylaert, J. Buyse, e I. Foubert. "Impacto de la suplementación alimenticia de microalgas sobre el enriquecimiento de ácidos grasos Omega 3 en huevos de gallina," *Journal of Funtional Food*, Vol. 5, 2013.
- Carrero, J.J., L. Baró, J. Fonollá, M. González-Santiago, A. Martínez-Férez, R. Castillo, J. Jiménez, J.J. Boza, y E. López-Huertas. "Cardiovascular Effects of Milk Enriched With  $\omega$ -3 Polyunsaturated Fatty Acids, Oleic Acid, Folic Acid, and Vitamins E and B6 in Volunteers With Mild Hyperlipidemia," *Nutrition*, Vol. 20, No. 6, 2004.
- Calder, P.C. "The DHA content of a cell membrane can have a significant influence on cellular behaviour and responsiveness to signals," *Ann Nutr Metab*, Vol. 6, No. 1, 2016.
- Choe, E. y Min, D.B. "Chemistry of Deep-Fat Frying Oils," *Journal of Food Science*, Vol. 72, No. 5, 2007.
- Delgado, A.E., O. Palacio, y W. Aperador. "Efecto de Butil Hidroxitolueno (BHT) en la Estabilidad Oxidativa de un Lubricante a Base de Aceite de Ajonjolí," *Información Tecnológica*, Vol. 26, No. 4, 2015.
- Ganesan, B., C. Brothersen, y D.J. McMahon. "Fortification of Foods with Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 54, No. 1, 2014.
- Hallahan, B., J.R. Hibbeln, J.M. Davis, M.R. Garland. "Omega-3 fatty acid supplementation in patients with recurrent self-harm. Single-centre double-blind randomised controlled trial," *Br J Psychiatry*, Vol. 190, No. 1, 2007.
- Harris, W.S. y M.L. Baak. "Beyond building better brains: bridging the docosahexaenoic acid (DHA) gap of prematurity," *Journal of Perinatology*, Vol. 35, 2015.
- Heinrichs, S.C. "Dietary omega-3 fatty acid supplementation for optimizing neuronal structure and function," *Mol Nutr Food Res*, Vol. 54, No. 1, 2010.
- Kolanowsky, W. y G. Laufenberg, G. "Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition," *Eur Food Res Technol*, Vol. 222, 2006.
- Pedrero, D. y R. Pangborn. "Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos Analíticos," *ALHAMBRA MEXICANA*, México, 1989.
- Rodríguez-Licea, G., J. García-Salazar, S. Rebollar-Rebollar, y A. Cruz-Contreras. "Preferencias del consumidor de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: factores y características que influyen en la decisión de compra diferenciada por tipo y variedad," *Paradigma económico*, Vol. 2, No. 1, 2010.

Schaefer E.J, V. Bongard, A.S. Beiser, S. Lamon-Fava, S.J. Robins, R. Au, K.L. Tucker, D.J. Kyle, P.W. Wilson y P.A. Wolf. "Plasma phosphatidylcholine docosahexaenoic acid content and risk of dementia and Alzheimer disease: The Framingham heart study," *Arch Neurol*, Vol. 63, No. 1, 2006.

Scrimshaw, K. "La fortificación de alimentos: una estrategia nutricional indispensable/ Food fortification: an indispensable nutritional strategy," *Anales Venezolanos de Nutrición*, Vol. 18, No. 1, 2005.

Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Consultado por Internet el 21 de noviembre del 2017. Dirección de internet: [www.infosiap.gob.mx](http://www.infosiap.gob.mx).

Si-Nan, S., J. Wei-Dong, C. Hao, M. Jin-Liang, G. Yong-Sheng, Y. Ji-Hai y L. Jian-Sheng. "Docosahexaenoic acid (DHA) induces apoptosis in human hepatocellular carcinoma cells," *Int J Clin Exp Pathol*, Vol. 6, No. 2, 2013.

Stevens L., W. Zhang, L. Peck, T. Kuczek, N. Grevstad, A. Mahon, S.S. Zentall, L.E. Arnold y J.R. Burgess. "EFA supplementation in children with inattention, hyperactivity, and other disruptive behaviors," *Lipids*, Vol. 38, No. 1, 2003.

Tvrzicka, E., L.S. Kremmyda, B. Stankova y A. Zak. "Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease," *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký, Olomouc, Czechoslovakia*, Vol. 155, No. 82, 2011.

Valenzuela R., J. Morales, J. Sanhueza y A. Valenzuela. "Ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial a nivel cerebral," *Rev Chil Nutr*, Vol. 40, No. 4, 2013.

# Proyectos disruptivos: la tendencia en el mercado

M.A.M Claudia Daneida López Flores<sup>1</sup>

**Resumen**— La evolución que esta viviendo el mundo por el desarrollo de las nuevas tecnologías, la diferencia de consumidores entre las generaciones de la sociedad, la inclusión de la inteligencia artificial, el desmedido avance del Internet, y la creación de nuevas necesidades de consumo, han obligado a las empresas a evolucionar y a apostar por nuevos modelos de negocios innovadores, como una opción diferente y creativa de generar mayores ingresos. A partir de estas variables surge el auge y análisis de los proyectos disruptivos, estos mismos están marcando tendencia para resolver diferentes tipos de problemáticas en todo el mundo; la creatividad, la innovación y el desarrollo de las nuevas tecnologías van de la mano en el crecimiento de estos. La utilidad de los proyectos consiste en generar nuevos productos que de manera creativa e innovadora rompan con los esquemas tradicionales para la creación de nuevos productos y servicios aplicados a nuevos modelos de negocios pero con menor costo de inversión.

**Palabras clave**—Competencia, Tecnología, Innovación, Creatividad, Solución.

## Introducción

En la actualidad existen miles de marcas en el mercado, algunas siguen subsistiendo a pesar de los grandes cambios ya que apostaron por reinvertirse a la nuevas necesidades de los consumidores actuales; otras murieron en el intento; el valor que ahora tienen los proyectos disruptivos en el campo educativo y empresarial se refiere a la manera en que el producto o servicio, resuelve una problemática, crea alguna solución y ofrece un valor a sus clientes. Dicho de otro modo, es la manera en que la tecnología es utilizada de cierta forma para que pueda tener un impacto en la sociedad transformando cualquier producto o servicio, construyendo un nuevo líder en el mercado.

Así mismo, una disrupción es cuando las empresas o los emprendedores empiezan a utilizar las tecnologías o nuevos modelos de negocio y logran superar en el mercado a las que ya existen como marcas posicionadas.

Existen en el mercado varios ejemplos de proyectos disruptivos que han llevado a empresas consolidadas a apostar por nuevas opciones y buscar o mejorar su nicho de mercado, la mayoría de las empresas no invierten en nuevas ideas o en la investigación de nuevos modelos porque implica elevar los costos de su presupuesto. De ahí que no, todos los proyectos de investigación pueden tener el éxito esperado. Esto conlleva a generar pérdidas económicas y a que se pueda dejar de lado la investigación de nuevos proyectos o prototipos, pero una solución podría ser, minimizar costos de los procesos de innovación, es decir cambiar el escenario y crear uno completamente nuevo. El apostar por la creatividad, proporciona la posibilidad de que el consumidor se involucre y pueda hacer propuestas de proyectos generadores de nuevas ideas, convirtiéndolos en proyectos disruptivos.

## Descripción del Método

En el mundo globalizado que vivimos; quien no es innovador queda fuera, día a día se debe de contribuir y pensar de forma diferente para poder sobresalir en este medio digitalizado.

Hay empresas que todavía no apuestan por la innovación disruptiva, concepto que fue introducido por Clayton Christensen, profesor en *Harvard Business*; en el libro “*The innovators dilemma*” y se refiere a una innovación que crea una perturbación en un mercado ya existente. Estas organizaciones se resisten a pensar que estamos siendo movilizadas por la industria y que no dependemos de ella, pero estos cambios ¿pueden ser una estrategia de comercialización para estar en la cima o en el declive del ciclo de vida de un producto?

La Introducción de un producto o servicio diferente revoluciona el mercado y esto a su vez genera una gran ventaja competitiva a la empresa que lo creó, mientras que su competencia se concentrará en copiar o acercarse al nuevo modelo. Esto ha sucedido con las empresas que se dedican a crear los *Smartphone*. La competencia por posicionarse en el gusto de los consumidores ha sido un boom entre los productos de este tipo. Este proceso de compra los beneficia por un tiempo dejando su producto en el mercado con precios altos, casi monopolísticos, pero cuando entran nuevos modelos en el mercado con las mismas características, su precio tiende a irse a la baja hasta

<sup>1</sup> La M.A.M. Claudia Daneida López Flores es Profesora del Instituto Tecnológico de Tepic, daneida@itopic.edu.mx (autor corresponsal)

llegar a un punto en el que el consumidor no encuentre valor a los nuevos cambios y entonces demandara otros, cerrando así el ciclo de vida del producto.

En el Cuadro 1, se presentan algunos ejemplos de innovación disruptiva comparadas con las innovaciones incrementales para analizar la diferencia:

INNOVACIONES			
INNOVACIONES TRADICIONALES	<b>Huertos tradicionales.</b> Se realizan en un pedazo de tierra donde se cultivan diferentes productos y requieren un sistema de riego.	INNOVACIONES DISRUPTIVAS	<b>Huertos Hidropónicos.</b> Son cultivos sin necesidad de un suelo agrícola; simplemente se desarrollan con agua; se pueden tener cultivos en corto tiempo y no requieren de un gran espacio para desarrollarlos.
	<b>Internet.</b> Se creó desde 1969 para generar contacto entre universidades por medio de una red a través de computadoras.		<b>Conexiones Wifi Global.</b> Google se ha fijado como objetivo llevar internet a todos los rincones del planeta; de una manera sostenible y sin necesidad de llevar a cabo construcciones terrestres.
	<b>Impresora.</b> Máquina que se conecta a una computadora electrónica y que sirve para imprimir la información seleccionada contenida en ella.		<b>Impresora 3D.</b> es una máquina capaz de imprimir figuras con volumen de diseño 3D creado con la computadora en un modelo 3D físico (real).

Cuadro 1.- Ejemplos de Innovaciones incrementales y Disruptivas.

De esta manera definimos con ejemplos que es la innovación disruptiva y como es inducida por el mercado de acuerdo a sus propias necesidades. Hay dos tipos de Proyectos Disruptivos, los que se crean para posicionarse en el mercado y los que se crean para solucionar alguna problemática social, como la educativa. Es decir, en el primero se estudian a las necesidades de los clientes y del propio mercado y se crean productos para satisfacerlos de manera diferente, pero que tengan las mismas funcionalidades de los productos existentes; Henry Ford dijo “*si hubiera pedido a mis clientes qué querían, me hubieran respondido caballos más rápidos, no coches*”. Con esto la fórmula es que los clientes piden evolución en los productos ya existentes no piensan en la creación de otros que generen una revolución en el mercado; y por otro lado surgen los segundos que se enfocan más al desarrollo de proyectos a través de las tecnologías que son desconocidas en el mercado que todavía no tienen un cliente base o un uso claro, y que irrumpen inesperadamente. El trayecto al salir al mercado final, puede ser incierto, no se sabe si el resultado será benéfico o podrá ser reproducible; es un camino de experimentación, a través de prototipos, donde la interacción con los primeros clientes para el producto o servicio es fundamental para seguir haciendo cambios del producto y así sacarlo al mercado para generar una lealtad y crear una fidelización del cliente.

El propósito de este estudio es determinar dentro del Instituto Tecnológico de Tepic (ITT) los factores que inciden en la creación de proyectos innovadores y sobre todo porque no logran realizarse, pues en cada semestre se desarrollan varios proyectos creativos: a) ¿es la falta de motivación del docente en incentivar al alumno a aplicar sus conocimientos obtenidos en el aula? b) ¿es falta de compromiso de la Institución en apostar por proyectos innovadores? c) ¿será falta de creatividad o de interés del alumno? Ambas hipótesis son un punto de estudio.

Durante el año 2017 se estuvieron analizando las materias que se imparten en las carreras de las licenciatura en Administración e Ingeniería en Gestión Empresarial del ITT y que de acuerdo a sus contenidos tienen como competencia específica desarrollar habilidades para que los estudiantes implementen productos o servicios atendiendo las necesidades del mercado, del cliente y de la organización, logrando como evidencia un proyecto de asignatura que abone en la región.

En el Cuadro 2, se presentan las materias que generan proyectos de la Licenciatura en Administración e Ingeniería en Gestión Empresarial durante el año 2017.

<b>Licenciatura en Administración</b>		<b>Ingeniería en Gestión Empresarial</b>	
Planeación Estratégica	1	Mercadotecnia	25
Formulación y Evaluación de Proyectos	15	Gestión de la producción	1
Plan de Negocios	15	Plan de Negocios	35
Calidad	30	Gestión Estratégica	1
Producción	2	Mercadotecnia Electrónica	35
Mezcla de mercadotecnia	35	Clínica Empresarial	35
Innovación y Emprendurismo	2	Cadena de Suministros	15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>147</b>

Cuadro 2.- Total de Proyectos elaborados de las dos carreras: 247.

De acuerdo al resultado de la investigación de las materias impartidas en ambas carreras, se deriva un total de 247 proyectos presentados, creando evidencias y cumpliendo con el objetivo que el docente se plantea, es decir de que el alumno pueda aplicar los conocimientos en la práctica. Con esto queda refutada la hipótesis a) pues el docente afirma que aporta todas las herramientas necesarias para que el alumno se desenvuelva en el área y piense más allá y así poder ejecutar su proyecto con los conocimientos y herramientas adquiridas para que pueda desarrollarlo y emprenderlo a la hora que este se lo proponga.

De tal forma la institución asegura tener una comunicación de puertas abiertas con los alumnos para poder gestionar apoyos o en su defecto apostar por el proyecto ejecutable, pues durante el año escolar se desarrollan concursos de creatividad e innovación donde se hace participe al alumno para que pueda crear e innovar junto con su asesor cualquier proyecto disruptivo o incremental.

El departamento de Gestión tecnológica y vinculación del Instituto Tecnológico de Tepic se encarga de informar al estudiante de fechas y etapas donde puede asistir y exponer sus prototipos o proyectos creados, en el año 2017 se incrementó la participación de los alumnos del ITT en este tipo de eventos, esto quiere decir que se está trabajando para incentivar a los jóvenes a emprender.

<b>Participación en los Eventos de Innovación Tecnológica</b>	<b>Año</b>	<b>Proyectos participantes</b>	<b>Seguimiento de Proyectos</b>	<b>Tipos de Proyectos en el 2017</b>	Proyectos Tecnológicos	2
	2015	3			Proyectos de Procesos	4
	2016	10	1 E. Nacional		Proyectos de Productos	13
	2017	19				

Cuadro 3.-En el año 2017 hubo 19 proyectos, aumentado considerablemente la participación de años pasados.

Al final estas evidencias justifican y respaldan a la Institución sobre la hipótesis b) pues la institución genera un Seguimiento de proyectos y apuesta por potencializar los productos o servicios que se quieran realizar, ofreciéndole al alumno un respaldo para que pueda participar en cualquier competencia.

El alumno hoy en día busca una estabilidad económica en este mundo tan competitivo, pero todavía no ha apostado por romper los estándares de pensamiento y de adelantarse al futuro, pues con el uso de las nuevas tecnologías se ha hecho más dependiente de estas y ha dejado de analizar y razonar; esto hace que la hipótesis c) sea verdadera, ya que el alumno demuestra su falta de interés, no se atreve a buscar retos ni mucho menos a enfrentar desafíos, sus ideas solo quedan plasmadas en el papel y no trascienden hasta convertirlas en realidad; de acuerdo a

las encuestas realizadas la mayoría de los jóvenes respondió que solo presentan sus proyectos por obtener una calificación de la materia, es decir no lo hacen para labrarse un futuro sino para culminar solo sus estudios.

### Conclusiones

Las reglas se hicieron para romperse y este es el caso de los proyectos disruptivos, hay que pensar de forma distinta, diferente no obsesionarse con ideas ya establecidas, el objetivo principal es resolver problemas o necesidades creando proyectos productivos y que rompan con todo lo que ya está en el mercado. Hay que dejar la conformidad que existe en el mercado tradicional y arriesgarse a cambiar la historia empresarial, el mercado sigue creciendo y por esto están apostando las pequeñas empresas.

Los resultados de la investigación dentro del Instituto Tecnológico de Tepic demuestran que existe un compromiso por parte de los docentes y de la misma institución en ser generadores de proyectos de esta índole, de crear la necesidad de innovar y de desarrollar la creatividad del alumno; los conocimientos de los docente y la gestión de la institución educativa son un eslabón base para trabajar por un mismo objetivo; que es desarrollar jóvenes capaces de mover a su país con proyectos sustentables, de soluciones sociales, o de creación de nuevos productos o servicios y esto al final beneficia al docente motivándolo a ser un asesor en proyectos de gran magnitud y a la institución aumentando el reconocimiento ante la sociedad en ser un escuela de calidad, sin embargo mientras el estudiante no perciba que puede ser un generador de cambio nunca va a creer en sus proyectos y en lo que él puede ser capaz de generar, debe aprender a fracasar y a valorar el tiempo; el punto clave de un emprendedor es levantarse no una, sino varias veces, hasta lograr su éxito profesional, hay que romper los estándares y cambiar el chip del estudiante mediante mejores propuesta de valor y desarrollando todas sus habilidades dentro y fuera del aula.

### Referencias

Christensen, Clayton M. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997.

De Bono, E. (2004). *El pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral para la creación de nuevas ideas*. Ediciones Paidós Ibérica. S.A. Barcelona, España

Kotler, Philip y Kevin Lane Keller *Dirección de Marketing*. Pearson Educación, México, 2006

## QFD como herramienta de apoyo a la innovación

Elena Estefanía López Hurtado<sup>1</sup>, M.I.I. Nayeli Montalvo Romero<sup>2</sup>,  
M.I.I. Aarón Montiel Rosales<sup>3</sup> y M.I.M. Guillermo García Rodríguez<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente trabajo, aborda la calidad fuera de línea en el diseño robusto para el Desarrollo de un Nuevo Producto a partir de una de las *Innovation Support Techniques, Quality Function Development*, aplicado a un bien que satisface una necesidad sobre el enfoque de “producto ideal”. La conceptualización se desarrolla en tres fases: en la primera, a partir de la identificación de una necesidad y con un esfuerzo mental se idealiza un producto inicial que da solución a la necesidad detectada; en la segunda, se incrementa valor a la idea primitiva aplicando la herramienta de análisis (el diagrama de Ishikawa); finalmente, es implementado el *Quality Function Development* sobre la idea conceptual lograda en la fase anterior, a fin de robustecer el diseño. El análisis presentado en éste trabajo muestra que el *Quality Function Development*, como una *Innovation Support Technique*, provee un diseño con calidad funcional.

**Palabras clave**—creatividad, innovación, desarrollo de nuevos productos, QFD.

### Introducción

Innovar, es el reto al que se enfrenta una organización que desea proveer al mercado un producto que satisface -por encima- las expectativas del cliente. La visión de las empresas es ser altamente innovadoras, manteniendo los tiempos y costos incurridos en el proceso de innovación bajo control (Bürgermeister, 2012, pp. 41). Innovar es en sí un proceso que busca generar un bien y/o servicio bajo el principio de idealidad (Montiel y Montalvo, 2012). Davenport (1993), menciona que el proceso de innovación implica realizar cambios radicales para obtener resultados visibles y drásticos. Éste proceso maximiza el conocimiento para producir productos innovadores, lo que resulta en reducción de costos y tiempos de comercialización, y mejora de la productividad y calidad del producto y/o servicio (Ricceri et al., pp. 36-61).

El proceso de innovación implica no solo la generación de una idea creativa que satisface una necesidad, sino un producto que desde el punto de vista ingenieril es ideal, y económicamente redituable -sí es lo que se desea-, i.e., es ir de manera incisiva de la idea primitiva a un diseño ideal, sin necesidad de que el producto pase por el mercado y sufra “mejoras” paulatinas. La innovación se convierte entonces, en un proceso sistemático que lleva una idea rudimentaria que satisface una necesidad, a un producto/servicio funcional; para lograr esto, es trascendental efectuar un híbrido entre la voz del cliente y los aspectos técnicos.

Una de las herramientas que tiene la capacidad de transformar los deseos del cliente en características de calidad y funcionales, es el *Quality Function Development* (QFD). El QFD tiene múltiples aplicaciones, tal y como lo muestra Lam y Zhao (1998), Paryani et al. (2010), Dikmen et al. (2005), Olhager y West (2002), Almannai et al. (2008) y Lowe et al. (2000).

(Han et al., 2001), (Barnett y Raja, 1995), (An et al., 2008), (González et al., 2004), (Jaiswal, 2012) y (Hwarng y Teo, 2001), han empleado el QFD de manera eficiente como una *Innovation Technical Support* (IST) en el *New Product Development* (NPD).

En (Schnarch, 2005, pp. 262) se establece que “el QFD comienza escuchando ‘la voz del cliente’, dividiendo en sucesivos niveles de detalle la información obtenida respecto a las necesidades de calidad de los consumidores (parte izquierda de la matriz). El paso siguiente es transformar las necesidades o requerimientos del consumidor en requerimientos de diseño o elementos de calidad, es decir, se trata de hacer medibles los deseos del consumidor (parte superior de la matriz)”.

En el presente trabajo es implementado el QFD como una ITS en el NPD, como parte de un proceso sistemático de innovación diseñado en tres etapas: generación de la idea primitiva, generación de la idea conceptual y generación del diseño funcional; sobre un sujetador de busto para mujer. Los resultados son considerados

<sup>1</sup> Elena Estefanía López Hurtado es Alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [ztfannyahurtado@gmail.com](mailto:ztfannyahurtado@gmail.com)

<sup>2</sup> La M.I.I. Nayeli Montalvo Romero es Profesora de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [nayeli.montalvo@tecpurisima.edu.mx](mailto:nayeli.montalvo@tecpurisima.edu.mx)

<sup>3</sup> El M.I.I. Aarón Montiel Rosales es Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [aaron.montiel@tecpurisima.edu.mx](mailto:aaron.montiel@tecpurisima.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>4</sup> El M.I.M. Guillermo García Rodríguez es Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Purísima del Rincón, Guanajuato-México [guillermo.garcia@tecpurisima.edu.mx](mailto:guillermo.garcia@tecpurisima.edu.mx)

satisfactorios al validar el diseño funcional con usuarios potenciales del producto, por ende, resulta altamente viable la implementación del QFD como parte del proceso de innovación del NPD, permitiendo con ello obtener un producto robusto en términos de funcionalidad, *i.e.*, ideal.

### Descripción del Método

#### Identificación del Área de Oportunidad

Uno de los productos de mayor uso por parte del género femenino es el sujetador (ropa interior utilizada para sostener el busto). Éste producto se encuentra disponible en el mercado en múltiples presentaciones, a partir de diferentes características, *e.g.*, tallas, modelos, materiales; siendo la selección principalmente a partir del estilo -*strapless*, deportivo, de corte completo, *push-up*, espalda cruzada o tirantes intercambiables, sin varilla, tipo corsé, sin espalda-.

Un adecuado sujetador es aquel que considera las dimensiones del torso y del busto, generando comodidad y seguridad a la mujer. Sin embargo, esto no se ha alcanzado en su totalidad, se identifican lesiones, *e.g.*, piel irritada, dolor de espalda y de cabeza, presencia de hongos en el contorno de los senos, e incomodidad; debido a que los diseños disponibles en el mercado no consideran la morfología del busto, se basan en dimensiones estándar de la mujer.

#### Generación de la Idea Primitiva

Todo producto nuevo nace con la finalidad de dar solución a una necesidad, a través de un producto y/o servicio. La primera idea conceptual generada, típicamente es vaga y rudimentaria, emanada de un esfuerzo mental.

El presente trabajo de investigación inicia con la fase de la Generación de la Idea Primitiva, en la que a partir del área de oportunidad identificada, y con un esfuerzo mental se idealiza un sujetador “universal”, que se adapte a los estilos y morfologías del seno de la mujer, considerando comodidad y seguridad.

#### Generación de la Idea Conceptual

Una siguiente fase implantada -con el fin de robustecer la Idea Primitiva- es la aplicación del Diagrama de Ishikawa (véase Figura 1). La implementación de esta herramienta permite el incremento de valor a la idea, al analizar diferentes factores que deben ser considerados al diseñar el sujetador.

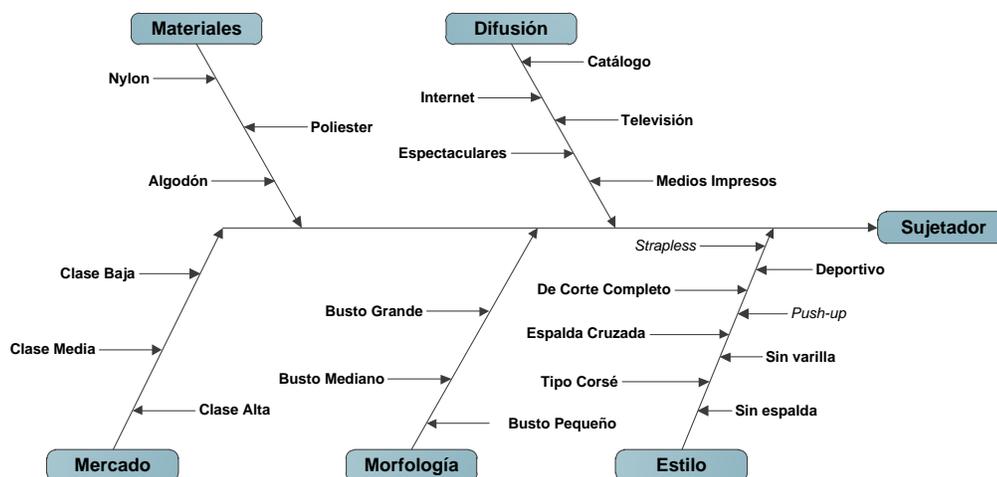


Figura 1. Diagrama Ishikawa, idea conceptual del sostenedor.

#### Generación del Diseño Funcional

La tercera etapa implementada en el presente estudio implica la Generación del Diseño Funcional, a través de una de las IST utilizadas en el NPD -el QFD-, con la finalidad de incrementar valor a la Idea Conceptual. Esta herramienta permite transformar los requerimientos del cliente en especificaciones técnicas de diseño del sostenedor, tal y como se muestra en la Figura 2. Las entradas del QFD, son los deseos del cliente “lo que el cliente quiere” del sostenedor -los cuales son obtenidos de la voz del cliente mediante una investigación de mercado-. Los deseos se establecen a la izquierda de la *House of Quality*. Posteriormente, se transforma la voz del cliente en características de diseño “los cómo”. Estos son instaurados en la parte superior de la *House of Quality*.

Subsiguientemente se evaluó cada “que’s” contra los “como’s”, en la matriz de relaciones de la *House of Quality*. A fin de determinar el grado en que el diseño funcional cumple con los requerimientos que el cliente tiene sobre el sostenedor.

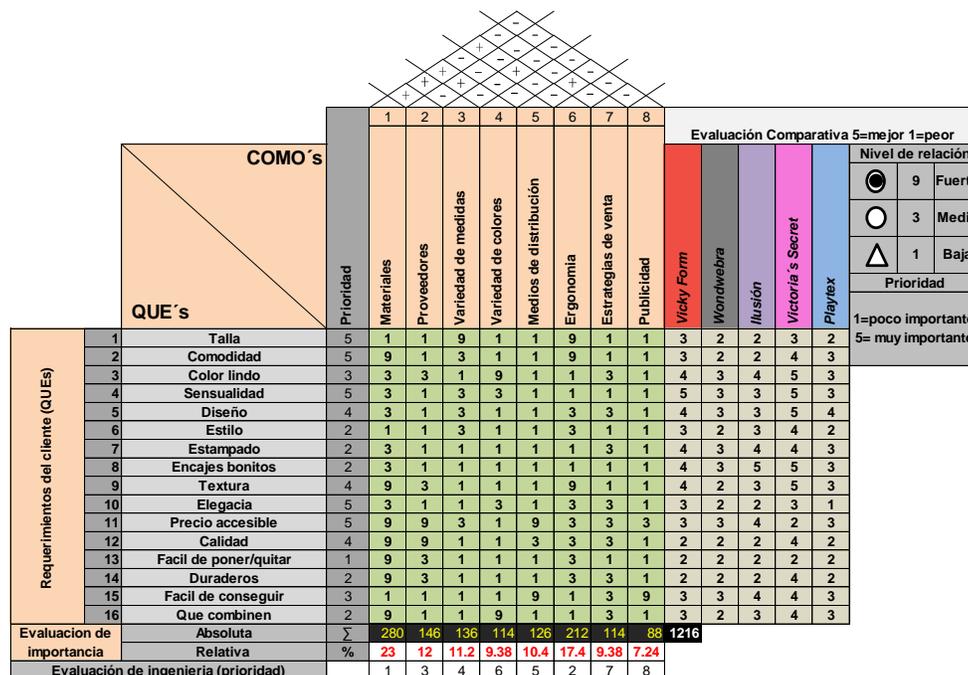


Figura 2. QFD para el diseño del sostenedor.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La implementación del QFD como IST en el NPD, en el presente estudio sobre un sostenedor ha permitido detectar áreas de oportunidad que los productos disponibles en el mercado no han logrado satisfacer al no considerar en su totalidad la voz del cliente.

#### Conclusiones

El QFD es una excelente herramienta en el diseño de productos y/o servicios, al transformar los deseos del cliente/usuario en atributos de diseño.

### Referencias

Almannai, B., Greenough, R. y Kay, J. “A Decision Support Tool based on QFD and FMEA for the Selection of Manufacturing Automation Technologies”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 24, No. 4, pp. 501-507, August 2008.

An, Y., Lee, S. y Park, Y. “Development of an Integrated Product-Service Roadmap with QFD: A Case Study on Mobile Communications”, *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 19, No. 5, pp.621-638, 2008.

Barnett, W. D., y Raja, M. K. “Application of QFD to the software development process”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 12, No. 6, pp.24-42, 1995.

Bürgermeister, M. “Innovation Process: Flexible, Open, Non-linear”, In: F. Böhle, M. Bürgermeister and S. Porschen, ed., *Innovation Management by Promoting the Informal*, 1st ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 41, 2012.

Davenport, T. H. “Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology”, *Harvard Business Press*, pp. 10-15, 1993.

Dikmen, I., Birgonul, M. T. y Kiziltas, S. “Strategic use of Quality Function Deployment (QFD) in the Construction Industry”, *Building and Environment*, Vol. 40, No. 2, pp. 245-255, February 2005.

González, M. E., Quesada, G., Picado, F. y Eckelman, C. A. “Customer Satisfaction using QFD: an e-banking Case”, *Managing Service Quality: An International Journal*, Vol. 14, No. 4, pp.317-330, 2004.

- Han, S. B., Chen, S. K., Ebrahimpour, M. y Sodhi, M. S. "A Conceptual QFD Planning Model", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18, No. 8, pp.796-812, 2001.
- Hwang, H. B. y Teo, C. "Translating Customers' Voices into Operations Requirements - A QFD Application in Higher Education", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18, No. 2, pp.195-226, 2001.
- Jaiswal, E. S. "A Case Study on Quality Function Deployment (QFD)", *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, Vol. 3, No. 6, , pp. 27-35, November-December 2012.
- Lam, K., y Zhao, X. "An Application of Quality Function Deployment to Improve the Quality of Teaching", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 15, No. 4, pp.389-413, 1998.
- Lowe, A. Ridgway, K. y Atkinson, H. "QFD in New Production Technology Evaluation", *International Journal of Production Economics*, Vol. 67, No. 2, pp. 103-112, 10 September 2000.
- Montiel, A. y Montalvo, N. "INNOPTIMATION – an Evolutive Innovation Algorithm", *VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica*, Orizaba, Veracruz-México, Noviembre-2012.
- Olhager, J. y West, B. M. "The house of flexibility: using the QFD approach to deploy manufacturing flexibility", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, No. 1, pp.50-79, 2002.
- Paryani, K., Masoudi, A. y Cudney, E. A. "QFD Application in the Hospitality Industry: A Hotel Case Study", *The Quality Management Journal*, Vol. 17, No. 1, pp. 7-28, 2010.
- Ricceri, F., Guthrie, J. y Coyte, R. "The Management of Knowledge Resources within Private Organizations: Some European 'Better Practice' Illustrations", In: E. O'Brien, S. Clifford y M. Southern, ed., *Knowledge Management for Process, Organizational and Marketing Innovation: Tools and Methods*, 1<sup>st</sup> ed. United States of America: IGI Global, pp. 36-61, 2011.
- Schnarch, A. "Desarrollo de Nuevos Productos: Cómo Crear y Lanzar con Éxito Nuevos Productos y Servicios al Mercado", 4th ed., McGraw-Hill Interamericana, México, 2005, pp. 262.

### Notas Biográficas

**Elena Estefanía López Hurtado** es alumna de la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

La **M.I.I. Nayeli Montalvo Romero** estudió la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Posteriormente, estudio la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Actualmente es Profesor de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. El área de generación y aplicación de conocimiento que cultiva es Inteligencia Artificial, sistemas difusos, desarrollo de nuevos productos, y modelado, simulación y optimización de procesos.

El **M.I.I. Aarón Montiel Rosales** estudió la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Posteriormente, estudio la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz-México. Actualmente es Profesor de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. El área de generación y aplicación de conocimiento que cultiva es Inteligencia Artificial.

El **M.I.M. Guillermo García Rodríguez** estudió la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de León, Guanajuato-México. Posteriormente, estudio la Maestría en Ingeniería en Manufactura en la Universidad La Salle Bajío, Guanajuato-México. Actualmente es Profesor de Tiempo Completo en el Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. El área de generación y aplicación de conocimiento que cultiva es Manufactura Avanzada y Administración de la Cadena Logística.

# INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO DE LAS STARTUP: CASO DE ESTUDIO MÉXICO – ESPAÑA (PAÍS VASCO)

L.A.T. Maria Elena López Lozano<sup>1</sup>, M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez<sup>2</sup>,  
L.A.I. David Roberto Esquivel Becerril<sup>3</sup> y DR. Pedro Guevara López<sup>4</sup>

**Resumen**— En las últimas décadas, la innovación y el emprendimiento han ganado un lugar destacado dado los avances de la tecnología y la comunicación en el marco de los procesos de globalización, hasta lograr ser consideradas una de las principales herramientas de diferenciación competitiva en el mercado internacional. El presente trabajo de investigación muestra las características y diferencias de emprendimiento e importancia de las startups en México y España. La metodología utilizada fue de tipo descriptiva, interpretativa y documental. En conclusión, se tiene que la situación entre México y España podrán ser similares en innovación, emprendimiento y startups, una diferencia significativa es que en España se está volteando a ver a estas nuevas formas de hacer negocios, mientras en México no se les da la importancia que merecen. Por lo tanto, se considera indispensable que el país ponga más atención en este tipo de empresas innovadoras que están ganando mercados y generando emprendimiento.

**Palabras clave**—Startup, innovación, emprendimiento, mercados.

## Introducción

A través del tiempo la innovación está evolucionando constantemente, ya que actualmente es un término que se ha popularizado en las empresas, pues esta ha sido utilizada en diversas clasificaciones dentro de la organización, por lo tanto, se ha vuelto esencial para lograr la competitividad en el mercado. Dentro del sector económico la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2005), indica que innovar es aquella incorporación de métodos de comercialización o bien métodos organizativos que son reflejados en las nuevas prácticas internas en una empresa. Según Pascale (2005), estas empresas incorporan la innovación de diversas formas, como: innovación tecnológica, comercial, proceso, producto, organizacional, etc. Sin embargo, ahora en el siglo XXI esta innovación ha pasado a formar parte de nuevas ideas y conocimientos, dando apertura a principios basados en la gestión de la innovación (Ferrás, 2014). Es por ello que José Machinea (2007) citando a Michael Porter (1990), argumenta que las empresas mediante las razones del éxito han logrado alcanzar una ventaja competitiva al momento de poner en práctica sus nuevas formas de competir en un determinado sector. Es así como la empresa se convierte en un sistema innovador, que parte de un propósito, el cual es explotar lo conocido para mejorarlo o bien explotar lo desconocido para cambiarlo, de manera que lleve a la transformación del entorno (Ferrás, 2014). Para ello, los líderes en la industria comienzan incorporar procesos de gestión de la innovación en donde integran modelos como el TQM que tiene que ver con la gestión de la calidad. Sin embargo, en los últimos años este tipo de modelos han quedado obsoletos dado que las nuevas tendencias y transformaciones en la industria se han modificado gracias a jóvenes con una visión diferente en donde ponen en práctica mecanismos como flexibilidad estratégica y radicalidad innovadora en donde se incorpora la metodología Lean Startup, apareciendo así la figura del emprendedor (Ferrás, 2014).

El término emprendedor adquiere múltiples acepciones, el cual se le puede apreciar en los negocios como una figura de empresario, pues Shesky y Lloyd, (1997) y Baumol (1993), lo describen como un individuo con capacidad para generar nuevas ideas que son plasmadas en el desarrollo de negocios exitosos que son capaces de sobresalir en el mercado. Aunado a esto Morris y Kurtko (2002) expresan que, además de hacer uso óptimo de los recursos disponibles y utilizarlos en combinaciones que maximizan sus resultados factibles, “agrega valor” a cualquier proceso o actividad en la que interviene. Por su parte Halloran (1992) señala que los emprendedores son

<sup>1</sup> La L.A.T. Maria Elena López Lozano es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. elena\_paramore@hotmail.com

<sup>2</sup> El M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez es Profesor de la Maestría en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. rsandova@ipn.mx

<sup>3</sup> El L.A.I. David Roberto Esquivel Becerril es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. dav1dkw@hotmail.com

<sup>4</sup> El Dr. Pedro Guevara López es Profesor Investigador de la Sección de Estudios y Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan del Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México. pguevara@ipn.mx

individuos dispuestos a tomar el riesgo y asumir sus propias pérdidas y ganancias, el riesgo es un elemento que constituye una de las características fundamentales para poder emprender ya que el emprendedor es un tomador de riesgos que debe ponderar beneficios y asumir los peligros que son inherentes a su consecución (Baty, 1990). Ser un emprendedor requiere de un proceso que demanda priorizar la generación de empresas ágiles y disruptivas, estas son las creadoras de innovación que aceleran el bienestar económico y social. Ante esta situación el gobierno mexicano busca tener una presencia más activa en el ambiente del emprendimiento como un facilitador, inversor e integrador. La institución de gobierno más relevante en materia de emprendimiento es el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM, 2017).

Anteriormente se habló sobre la innovación y el emprendimiento, a pesar de ser términos completamente distintos, existe una estrecha relación. Hoy día nacen con frecuencia innovadores modelos de negocio e industrias totalmente nuevas que sustituyen a otras que van quedando obsoletas. Estas empresas emergentes son muy bien conocidas como startups, las cuales han llegado disruptivamente desafiando las formas de negocio establecidas y debido a esto, luchan forzosamente por reinventarse y no morir ante estas nuevas alternativas. Como se mencionó anteriormente según Porter, la ventaja competitiva es lo que permite lograr un desempeño por sobre el promedio de la industria, la base de la ventaja competitiva es el Modelo de Negocios, el cual es el medio por el cual se estructura la materialización de una idea que permite generar ingresos. Un Modelo de Negocios responde a una estrategia definida para lograr el éxito esperado. En la teoría y en la práctica, el término “modelo de negocios” es utilizado para describir un amplio conjunto de aspectos relacionados a los negocios. (Llorens, 2010). Existen diversidad de modelos como: el modelo Afuah y Tucci, Alexander Osterwalder, Henry, Christoph Zott y Raphael Amit, Joan Magretta, y el modelo de Canvas. Sin embargo, uno de los métodos de negocios que rápidamente ha sobresalido en el mercado es el método Startup. Este tipo de método se relaciona con empresas emergentes que tienen una fuerte relación laboral con la tecnología. Se trata de negocios con ideas innovadoras, que sobresalgan en el mercado apoyadas por las nuevas tecnologías. Ya que una Startup es una organización humana con gran capacidad de cambio, que desarrolla productos o servicios de gran innovación, altamente deseados o requeridos por el mercado, donde su diseño y comercialización están orientados completamente al cliente. Esta estructura suele operar con costos mínimos, pero obtiene ganancias que crecen exponencialmente, mantiene una comunicación continua y abierta con los clientes, y se orienta a la masificación de las ventas (Pierce, 2017). La clave fundamental de este tipo de negocios es que su crecimiento está respaldado por una idea que busca simplificar los procesos y trabajos complejos, facilitando una sencilla experiencia de uso para los consumidores. El crecimiento de estas compañías estará determinado por el modelo de negocio de corte tecnológico, con costos de desarrollo menor que en otros sectores empresariales (Osterwalder y Pigneur, 2010). Finalmente, este trabajo de investigación tiene como objetivo realizar una comparación de las Startups que se han creado en los últimos años y ver si realmente son empresas innovadoras, al mismo tiempo encontrar la relación entre estas empresas mexicanas y las empresas españolas en el país vasco.

### Descripción del Método

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La presente investigación estuvo sustentada bajo una metodología de tipo descriptiva, interpretativa y documental basado en conceptos de Hernández, Fernández y Baptista (2010). Mientras las etapas de investigación que se siguieron se presentan en el cuadro 1.

<b>1. Revisión de fuentes de información</b>
<b>2. Recopilación de la información</b>
<b>3. Análisis de la información</b>
<b>4. Organización e interpretación de los resultados encontrados</b>

Cuadro 1. Etapas de investigación.

Una vez que se realizaron las dos primeras etapas de la investigación se procedió a realizar un análisis de la información recabada tanto de México como de España.

#### *Estadísticas de innovación en México y España*

Datos del Global Index (2016) muestran que España ocupa el lugar 28 a nivel mundial en innovación, mientras tanto, México se ubicó en el lugar 61, es decir, 33 lugares debajo de un país que en el ranking de innovación de los países miembros de la Unión Europea se cataloga dentro de los países considerados “innovadores seguidores” con un índice de innovación de 0.36 donde la media de toda la Unión Europea es de 0.52, mientras que países como Dinamarca y Suecia son “líderes en innovación” con un índice de 0.70.

España, cuenta con el Sistema de Investigación Desarrollo e Innovación (I+D+i). El sistema se articula en torno a tres grupos de actividades, esto se aprecia en la figura 1. El sistema español de innovación fue introducido por las fundaciones para la innovación tecnológica (COTEC) a partir de él, se decide que se debe medir y por qué hay que medirlo no es la única institución, pero si, la más importante del país. En México, la única institución con la que se cuenta para realizar mediciones y parámetros de innovación es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).



Figura 1. Sistema de Innovación en España. Información obtenida (Consejo económico y social de España (2015).

Aunado al contexto de España sobre la innovación, se tiene que el gobierno invirtió al I+D+i el 4.1% a los fondos otorgados en el 2016 para alcanzar una cifra de 6.029 millones de euros figura 2. Mientras que la situación en México se torna alentadora ya que en el año 2016 solo se alcanzó el 0.46% de inversión respecto del Producto Interno Bruto.



Figura 2. Gasto público en investigación y desarrollo, información obtenida de (CONACYT , 2016)).

Con respecto a lo mencionado anteriormente, debido a la diferencia en cuanto inversión entre España y México, esto ha generado una brecha bastante extensa, ya que en España es notorio el impulso de la innovación y el emprendimiento dado que sus empresas en sus tres giros: agrícolas, industriales y de servicios han logrado sobresalir en este rubro de la innovación. Los datos estadísticos obtenidos de FECYT (2016), demuestran que este tipo de empresas han invertido a la investigación y desarrollo. Este fenómeno se da principalmente en pequeñas y medianas empresas, las cuales generan mucha inversión, investigación y desarrollo a su negocio a fin de sobresalir en el mercado.

Además, dentro de la innovación que estas realizan se tiene que el área principal en la cual realizan innovación es en áreas organizativas y comerciales, pues son consideradas líderes generando nuevos métodos en los lugares de trabajo, así como también en la presentación de sus productos, lo cual los lleva a la modificación en la presentación de su producto hasta innovaciones en la manera de distribuirlo. Otro punto relevante dentro de estas empresas innovadoras es su relación con el proveedor y los centros de investigación los cuales son los responsables de gran parte de las ideas creativas. En cuanto a las empresas mexicanas, estas están cada vez menos vinculadas para desarrollar proyectos de innovación en productos, a través de los años estas empresas van bajando su grado de relación con la innovación de 2008 a 2013 disminuyó la colaboración en 8.5 puntos porcentuales, debido a que las empresas que reportaron trabajar de forma individual se incrementaron de 69.5 a 78 por ciento. Los tipos de colaboración que generan innovaciones de productos entre 2012 y 2013, disminuyeron en relación al periodo anterior, la colaboración con instituciones de investigación se redujo en 2.6 puntos porcentuales, con universidades u otras instituciones de educación superior en 1.8 puntos porcentuales y con otras empresas en 2.1 puntos porcentuales. En cuanto a la innovación de sus procesos en las empresas mexicanas esta innovación sobresale en el

ramo de manufactura y servicios que fueron las que presentaron un nivel relativamente alto en innovación de producto y proceso, esto se puede ver en la figura 3.



Figura 3. Sectores con mayor innovación en México, información obtenida de CONACYT (2016).

### Estadísticas de emprendimiento en México y España

Una vez analizadas las variables anteriores es posible hacer una clasificación general sobre los países que más emprenden o bien los que tienen más oportunidades de emprendimiento. En los primeros lugares Singapur y Estados Unidos son considerados los países con mejores condiciones para el surgimiento de nuevos negocios con un índice de 66 puntos. Mientras que España se ubica en el lugar número 25 con un índice de 34.87 y México en el lugar número 38 con un índice de 31.90 esto indica que existe una variación de 2.97, se puede ver en el cuadro 2 (Reporte ICSEd, 2016).

Ranking	País	Índice	Variación año 15 - 16
1	Singapur	66.67	0
2	Estados Unidos	66.66	0
3	Finlandia	64.58	0
4	Suecia	61.98	0
5	Países Bajos	61.90	+1
35	España	34.87	+4
36	India	34.46	0
37	Brasil	33.74	-2
38	México	31.90	+4
39	Uruguay	31.60	+4

Cuadro 2. Ranking mundial de emprendimiento. Información obtenida Reporte ICSEd (2016).

En cuanto al ranking en América Latina se tiene que México ocupa el tercer lugar, donde se tiene como primer y segundo lugar a Chile y Brasil esto se muestra en el cuadro 3.

Ranking América Latina	Ranking Mundial	País	Índice	Variación año 15 - 16
1	31	Chile	38.42	0
2	37	Brasil	33.74	+1
3	38	México	31.90	+3
4	39	Uruguay	31.60	+3
5	40	Colombia	31.32	0

Cuadro 3. Emprendimiento en América Latina. Información obtenida de Reporte ICSEd (2016).

Con respecto al perfil del emprendedor se tiene que en España, este mantiene un rango de edad de los 18 - 24 años que es cuando comienzan a emprender, pero también se presenta entre los 45 - 54 años que es cuando los adultos deciden generar su ingreso para su retiro, se distinguen por ser más hombres los que emprenden que mujeres, el 97% tienen una formación universitaria, además el 45 % de ellos son ingenieros, su principal financiamiento son los recursos propios y tan solo el 51 % de los emprendedores han establecido más de una startup. Mientras tanto en México el rango de edad que es considerada para los emprendedores se encuentra en el rango de 25 - 34 años, y al igual que España mantiene al género masculino como el principal emprendedor ver figura 3. Así como también el principal financiamiento por el que optan es el propio.

Sin embargo, también existen datos alentadores que indican que a pesar de que España mantiene cifras altas sobre su perfil de emprendimiento. Estos emprendedores han disminuido a través de los años, ya que ahora los españoles prefieren adentrarse a un ámbito laboral en una iniciativa privada, que emprender. Al contrario de México, los mexicanos cada año elevan la cifra, motivados por el emprendimiento, prefieren buscar iniciativas para generar sus propios recursos que seguir en una empresa privada.



Figura 3. Porcentaje de emprendimiento entre hombres y mujeres. Información obtenida de Young Business Talents (2016).

*Estadísticas de las startups.*

Una startup actualmente ha revolucionado las formas de negocios, al mismo tiempo han sido precursoras de fuentes de empleo tanto para España como en México y Latinoamérica, el promedio de empleos generados ronda entre 2 y 5 para ambos países. Mientras que el promedio de vida de estos modelos de negocios se mantiene entre 1 y 3 años. Además, las startups pasan por cuatro etapas: concepto, etapa temprana, semilla y crecimiento. Estas empresas en su mayoría se encuentran en la etapa temprana, esto se puede apreciar en la figura 4. En cuanto al índice de fallo en el mercado se tiene que en España estas empresas tan solo 0.62 falla mientras que 2.5 se mantienen exitosas. En cuanto a México se tiene un caso similar en cuanto a las que fallan con un porcentaje de 0.66, sin embargo, el número de las que sobresalen en el mercado es de 4.4 una cifra mayor en comparación de España. Finalmente, con respecto a los emprendedores que deciden vender su startup se tiene que en España el porcentaje de emprendedores que decide vender su empresa es de 0.26 y en México de 0.24, manteniendo porcentajes muy similares. Pero en cuanto al porcentaje de los emprendedores españoles que deciden conservar su startup es superior a México de 0.66 a 0.74

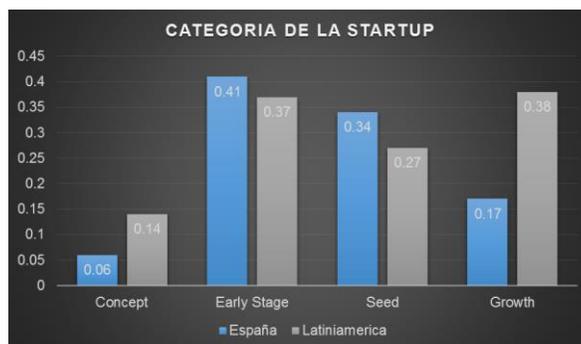


Figura 4. Etapa de vida de la startup. Información tomada de mapa de emprendimiento (2016).

**Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

El trabajo de investigación muestra que el emprendimiento y la creación de startups innovadoras serán las nuevas formas de hacer negocios, ya que con el cambio constante que se presenta en las sociedades generan demandas en el mercado existente, por lo tanto, la adaptación del emprendedor al sistema hace que estas puedan subsistir en el entorno. Se considera que se deberán tomar características de los emprendedores españoles y mexicanos para hacer de estos un perfil más integral que a su vez fortalezca la creación de este tipo de negocios con visión innovadora y creativa. En México se tiene talento, recursos y sobre todo iniciativa, pero los proyectos no logran prosperar debido a la falta de apoyo, la corrupción, el crimen organizado y la ineficiencia burocrática.

Stephen Birtwistle, (2016), menciona que: “a pesar de todos los recursos naturales del país y todo el capital humano, el nivel de innovación no es lo que debería ser dado el tamaño de la economía”. Los indicadores de las actividades de innovación en México están concentrados en los insumos que generan innovación y no en los

productos de la innovación, por lo tanto, la innovación no ha sido objeto de estudio por ninguna institución en el país, esto implica que los índices creados en base a los mostrados anteriormente no reflejen el estado actual del ecosistema de innovación.

### Conclusiones

Se considera que tanto México como España presentan muy poca innovación, ya que las inversiones en investigación y desarrollo son exclusivas de los centros públicos y universidades que buscan exclusivamente la publicación científica en revistas de impacto, debido a esto, ambos países se encuentran bien posicionados. En ambos países se destinan recursos, los cuales no cubren toda la demanda existente. Aunado a esto, no existen objetivos marcados, ni diseño de estrategias, ni políticas que permitan construir un país competitivo e innovador. España y México se caracterizan por los servicios y la producción, mismos que se detectaron a niveles medios de tecnología llevada por multinacionales y por empresas locales compitiendo por un precio.

### Recomendaciones

México es un país con mucho potencial, tal vez si se invirtiera lo suficiente en ciencia, tecnología e innovación, generaría mejores emprendedores preparados, pues se considera que una ventaja competitiva que se presenta es que cuenta con los mejores centros de investigación y las mejores universidades en América Latina.

### Referencias

- Baty, G. (1990). *Entrepreneurship for the nineties*. Prentice Hall, 9-16.
- Baumol, W. (1993). Formal entrepreneurship theory in economics: Existence and bounds. *Journal of Business Venturing*, 197-210.
- Castillo, A. (1999). Estado del arte en la enseñanza del emprendimiento. *Intec Chile*, 1-21.
- CONACyT. (2016). Informe general del estado de la Ciencia, Tecnología y la Innovación.
- Ferrás, X. (6 de junio de 2014). Bligoo. (Bligoo, Editor) Obtenido de Los 6 paradigmas de la innovación. Evolución histórica desde la 1.0 a la 6.0.: <http://manuelgross.bligoo.com/20140609-los-6-paradigmas-de-la-innovacion-evolucion-historica-desde-la-1-0-a-la-6-0-#>.WISILKjibIV.
- Halloran, J. (1992). *Creación de empresas en 36 horas*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista. (2010). *Metodología de la investigación* (5th ed.). México: Mc Graw Hill.
- INADEM. (2017). Instituto Nacional del emprendedor. Obtenido de Secretaría de Economía: <https://www.inadem.gob.mx>.
- Llorens, A. (2010). Una perspectiva al Concepto de Modelo de Negocios. Tesis de Doctorado ULSETB.
- Machinea, J. (2007). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard Business Review América Latina*, 1-22.
- Morris, M., y Kuratko, D. (2002). *Corporate Entrepreneurship*. USA: Ed. Harcourt Pub.
- CDE. (2005). The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed guidelines for Collecting and Interpreting Technological innovation data. European Commission. Eurostat., s/p. Obtenido de Oslo Manual.
- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. London School of Economics.
- Pierce, J. (2017). Hablemos sobre startups: qué son y sus características e importancia. Obtenido de Blog: <https://es.shopify.com/blog>.
- Shefsky, y Lloyd, E. (1997). *Emprendedores no nacen, se hacen: aprenda los secretos de 200 emprendedores exitosos*. México: McGraw Hill.

### Notas Biográficas

**La LAT. María Elena López Lozano** es egresada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI - UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Economía de la empresa, turismo y sustentabilidad. Ha presentado 2 artículos en congresos nacionales y 2 artículos internacionales. Aunado a lo anterior cuenta con un diplomado de guías de turistas generales con certificación.

**El M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez** es profesor colegiado SEPI – UPIICSA – IPN. Cuenta con las siguientes publicaciones: Cinco Libros; 44 Publicaciones y 62 artículos en las áreas de acreditación, calidad, educación e ingeniería (2003-2016) y 9 reconocimientos. Director de ocho programas de investigación., director de doce proyectos de investigación, participante en trece proyectos de investigación. Tesis dirigidas 24 tesis de maestría, 12 tesis de licenciatura. Ha participado en 30 congresos nacionales y 44 congresos internacionales.

**El LAI. David Roberto Esquivel Becerril** es egresado de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI - UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Estudios organizacionales y educación. Ha presentado 3 artículos en congresos nacionales y 3 artículos internacionales.

**El Dr. Pedro Guevara López** es Profesor Investigador de la Sección de Estudios y Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional. Recibió los títulos honoríficos de Doctor en Filosofía de la Educación Iberoamericana, Magister en Gestión Educativa de Iberoamérica y Miembro de Honor por el Consejo Iberoamericano en Honor a la Calidad Educativa; cuenta con el nivel VI dentro del Programa de Estímulos al Desempeño de los Investigadores. Entre sus publicaciones destacan dos libros, veinte artículos en revistas con arbitraje estricto (ISI, CONACyT, Nacionales e Internacionales) y más de ciento treinta artículos en extenso presentados en congresos científicos internacionales, nacionales y de divulgación, así como informes técnicos; ha impartido cerca de veinte conferencias sobre ciencia y tecnología, además ha dirigido dos tesis de doctorado y once de maestría.

Agradecemos al Instituto Politécnico Nacional el apoyo otorgado.

# DESARROLLO TURÍSTICO EN UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA

L.A.T. Maria Elena López Lozano<sup>1</sup>, M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez<sup>2</sup>,  
Dra. María Guadalupe Obregón Sánchez<sup>3</sup>, L.A.I. David Roberto Esquivel Becerril<sup>4</sup> y L.N. Bianca Elizabeth Castillo  
Moreno<sup>5</sup>

**Resumen**— El Santuario de la Luciérnaga ubicado en el Estado de Tlaxcala, es considerado como un área natural protegida. En los últimos cuatro años se ha vuelto un lugar concurrido por visitantes quienes buscan apreciar el avistamiento de estos insectos de luz, creando así un fenómeno sistémico turístico. En el presente trabajo de investigación, se analizaron los resultados encontrados en la zona objeto de estudio, con el fin de agrupar los elementos que permitan hacer una planificación adecuada en la región donde se desarrolla esta actividad turística estacional. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo y transversal, haciendo uso de un modelo turístico para el desarrollo en un entorno rural. En conclusión, el estudio reveló que se deberán tomar en cuenta todos los elementos que conforman un destino turístico, para garantizar la sustentabilidad y calidad de los servicios que se brindan.

**Palabras clave**—Desarrollo del turismo, sistema, área natural protegida, Santuario de la Luciérnaga, planificación.

## Introducción

Hoy en día las nuevas tendencias del turismo han tratado de satisfacer las exigencias de la demanda turística, que manifiesta la necesidad de involucrarse en ambientes naturales y al mismo tiempo disfrutar del área rural (Rivera, 2014). Aparece así, el turismo de naturaleza, rural y ecoturismo, tipologías que están vinculadas con el medio natural y rural, los cuales representan en el siglo XXI oportunidades que han llevado a diversificar la oferta en zonas locales (Araújo, Fraiz, y Paül, 2012). Tan solo el ecoturismo en los últimos años, a nivel mundial se ha vuelto una actividad de importancia para las economías locales que ha contribuido a la reducción de la pobreza y se espera que esta clasificación de turismo en el año 2020 alcance hasta un 25% en cuanto al mercado de viajes (Pérez y Contreras, 2017). Además, esta actividad del ecoturismo es capaz de crear un vínculo entre el turista y el entorno natural, misma que ha llevado a hacer uso de espacios considerados como áreas naturales protegidas (Araújo et al., 2012). Mientras tanto, el turismo rural y de naturaleza aparecen como actividades encaminadas al mantenimiento del territorio en el medio ambiente de manera que genera un equilibrio dinámico preservando la zona de modo sustentable (Rivera, 2014).

Tomando en cuenta el caso de México, debido a que existe una gran variedad de biodiversidad en cuanto a paisajes, flora y fauna, la actividad del turismo ha ampliado el desarrollo del sector en áreas naturales protegidas que en conjunto con las comunidades aledañas a las zonas han creado destinos para la práctica de estas tendencias (Pérez y Contreras, 2017). Como caso de análisis se tiene el área natural protegida considerada como Santuario de la Luciérnaga ubicado en el Estado de Tlaxcala. En donde en el municipio de Nanacamilpa, se ha conservado el bosque de oyamel, el cual alberga a la luciérnaga endémica *Macrolampis palaciosi*, que es posible apreciarse en los meses de junio, julio y agosto, generando un espectáculo de luz en constante sincronización al encontrarse en su temporada de apareamiento esto según la Comisión Nacional Forestal (2013). Es así como la comunidad ha aprovechado el recurso principal del área como medio para atraer turismo. Sin embargo la actividad turística no se ha desarrollado plenamente, pues no se ha llevado a cabo un análisis de sus recursos encaminados a fortalecer este sector que se ha promovido en los últimos seis años, ya que esto ha ocasionado un deterioro ambiental causado por el mal

<sup>1</sup> La L.A.T. Maria Elena López Lozano es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. elena\_paramore@hotmail.com

<sup>2</sup> El M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez es Profesor de la Maestría en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. rsandova@ipn.mx

<sup>3</sup> La Dra. María Guadalupe Obregón es Profesora de la Maestría en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. nathauo@hotmail.com

<sup>4</sup> El L.A.I. David Roberto Esquivel Becerril es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. dav1dkw@hotmail.com

<sup>5</sup> La L.N. Bianca Elizabeth Castillo Moreno es Maestrante en Administración en el Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, CDMX, México. nut.bianca.castillo@gmail.com

aprovechamiento de sus recursos. Aunado a esto, el lugar presenta limitadas condiciones en el ámbito socioeconómico, sus residentes tienen pocas oportunidades laborales (Pérez y Contreras, 2017). Es así como la actividad del sector turístico se ha vuelto de importancia para la región en la temporada de la luciérnaga, sin embargo se requiere una planificación idónea para fortalecer la actividad del turismo. Por lo tanto, el propósito de la investigación fue realizar un análisis de los elementos que conforman un desarrollo turístico relacionado con las condiciones existentes en la región para el fomento de un turismo con desarrollo sustentable. Para ello, se retomaron aportaciones de Varisco (2016) quien hace una propuesta metodológica en la cual toma en cuenta el enfoque sistémico que integra los elementos para adecuar el turismo en zonas rurales, estos a su vez son analizados para determinar la potencialidad turística de la región.

### Descripción del Método

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La presente investigación estuvo soportada por los aportes de Varisco (2016) quien destaca su aportación del modelo turístico con un enfoque sistémico y Milió (2004) que presenta la metodología para el análisis e interpretación de los elementos de un producto turístico. Aunado a esto López, (2009) citando a Muñoz (2007) y Alemán (2006), indica que estos autores han estudiado las cadenas productivas en donde sus componentes son la infraestructura, prestadores de servicios, el mercado y los turistas. Por lo tanto el producto turístico guarda estrecha relación entre los elementos antes mencionados, pues el producto como tal en palabras de Wallingre (2011) integra una serie de elementos para lograr los satisfactores y beneficios tangibles e intangibles que tendrán una relación con los atractivos del lugar así como con las actividades que se generen en el destino, y a su vez estas son apreciadas por los visitantes o turistas como experiencias de viaje en las cuales sus deseos y expectativas alcanzan una satisfacción.

En este sentido el estudio integral del desarrollo del turismo en la comunidad de Nanacamilpa en el estado de Tlaxcala se efectuó desde la perspectiva sistémica, dado que la teoría general de sistemas de Bertalanffy (1976), es considerada la ciencia de las ciencias, puesto que presenta subsistemas que facilitan la descripción de los productos y destinos turísticos en el cual se establece el estudio integral a partir de los elementos que incluyen la descripción de la oferta, demanda, infraestructura y la comunidad receptora, (Varisco, 2016). En la figura 1 se presenta el modelo del sistema turístico. Por otra parte el desarrollo del turismo requiere de atractivos turísticos los cuales para Wallingre (2009) representan el elemento esencial para motivar los desplazamientos, estos pueden identificarse mediante el análisis de los recursos de la comunidad, al ser integrados con los demás elementos antes mencionados como la oferta que está integrada por el alojamiento y establecimientos de alimentos y bebidas que conforman la planta turística y la infraestructura se tiene la base para la creación de productos turísticos del destino que ha de ser planificado.

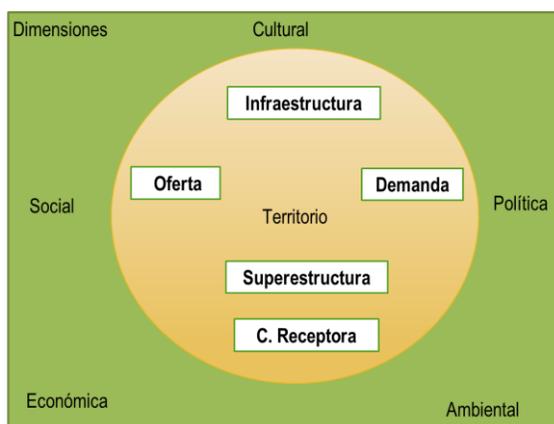


Figura 1. Modelo del sistema turístico tomado de la metodología de Varisco (2016).

Basado en el modelo que se muestra en la figura 1 la presente investigación contempla la identificación y análisis de la oferta que se encuentra en la comunidad de Nanacamilpa, como primer punto de acercamiento de la identificación del potencial turístico. De manera que para llevar a cabo la investigación se utiliza una metodología que combina la investigación documental, de campo y descriptiva. En la etapa de la investigación de campo que se realizó fue de tipo no experimental, y de naturaleza transversal dado que el fenómeno estudiado solo se presenta en la temporada de verano.

Dentro de las etapas de investigación que se tomaron en cuenta para el primer momento de la investigación documental, se presentan en la figura 2.

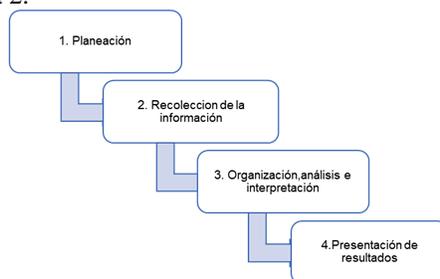


Figura 2. Elaboración propia.

Milio en su edición 2004, nos dice que para el desarrollo de un producto turístico es necesario recopilar gran cantidad de información acerca del lugar en donde se pretende crear la planificación turística. Por lo tanto, los elementos principales de análisis, tomados de Milio (2004), que se aplicaron a la comunidad de Nanacamilpa, para recolectar la información de la oferta se presenta en el cuadro 1.

<b>Oferta</b>	1. Atractivos turísticos	
	2. Empresas turísticas	Alojamiento y Alimentos y bebidas.
	3. Infraestructura	Vías de acceso
	4. Elementos complementarios	Actividades

Cuadro 1. Elaboración propia.

Esta oferta es considerada por Milio (2004), como necesaria ya que al estar constituida por un conjunto de productos y de servicios, estos al estar listos para ser consumidos podrán ser aptos para la venta. En este caso al estudiar la oferta de la cual dispone el municipio de Nanacamilpa, se pudo observar que existe infraestructura ya creada, pero también provisional la cual solo está disponible en la temporada de la luciérnaga, sin embargo, en esta investigación se presentará la información de la oferta establecida que podría ser aprovechada para el desarrollo del producto turístico.

#### *Identificación de los recursos turísticos de la región*

A los atractivos con los que cuenta un determinado lugar, se les puede clasificar dependiendo la intervención del hombre, es decir, a los atractivos que son creados por el ser humano, se les da la clasificación de histórico o monumental o bien cultural, mientras que los atractivos que se encuentran en el medio natural en donde no interviene la mano del ser humano se les otorga la clasificación de orden natural (Milio, 2004). Teniendo en cuenta la definición de un atractivo turístico, se inició la investigación con la identificación y recopilación de los atractivos más representativos de la comunidad de Nanacamilpa, para ello, se tomaron diversas fuentes, tanto electrónicas como documentos de instituciones públicas, en este caso, el ayuntamiento de Nanacamilpa, en donde a través del Plan de Desarrollo Municipal 2014-2016, se extrajo parte del inventario de atractivos turísticos con los que cuenta la zona, también se obtuvieron datos del Compendio de Información Geográfica Municipal 2010 de Nanacamilpa de Mariano Arista Tlaxcala. Esto con la finalidad de valorar de manera cuantitativa el número total de recursos y de manera cualitativa valorar su estado de conservación actual, y su accesibilidad y acondicionamiento.

Para analizar objetivamente los atractivos se agrega una valoración con escala de Likert, en la cual se toman los significados de valoración propuestos por Milio (2004) quedando como se muestra en el cuadro 3.

4 puntos	Valoración muy buena: Este recurso será capaz de atraer por si mismo gran cantidad de turistas, tanto nacionales como internacionales.
3 puntos	Valoración buena: Este atractivo podrá atraer buen número de turistas nacionales.
2 puntos	Valoración regular: Un recurso que atrae a turistas y visitantes de la misma comunidad o bien de la región.

1 punto	Valoración mala: Atractivo que se considera deficiente y no atrae turistas (por mala organización, difusión, no tiene el valor de atracción).
---------	---

Cuadro 3. Elaboración propia. Fuente de información obtenida de Milio, (2004).

Una vez que se conoce los elementos que se utilizaron para el análisis de los atractivos se presenta el cuadro final de valoración. Ver figura 3.

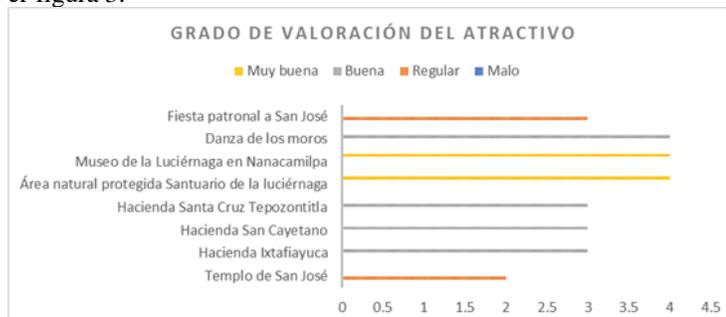


Figura 3. Elaboración propia.

#### Identificación del alojamiento y establecimientos de alimentos y bebidas de la región

Una vez identificados los atractivos turísticos de la región, se presenta el inventario de la planta turística conformada por el alojamiento y los establecimientos de alimentos y bebidas. Con respecto al hospedaje la información se obtuvo mediante el Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala (2017) y a su vez, se extrajo la categorización del hospedaje con la finalidad de tener una mejor apreciación del servicio que actualmente se brinda.

En cuanto al número total de alojamientos con los que cuenta la comunidad, se identificaron 17 de los cuales 5 son cabañas y 12 hoteles. Se realizó un análisis de los últimos cuatro años sobre datos tomados de cuatro Anuarios estadísticos y geográficos de Tlaxcala, esto con la finalidad de apreciar si se ha presentado un incremento en el número de alojamientos. En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos.

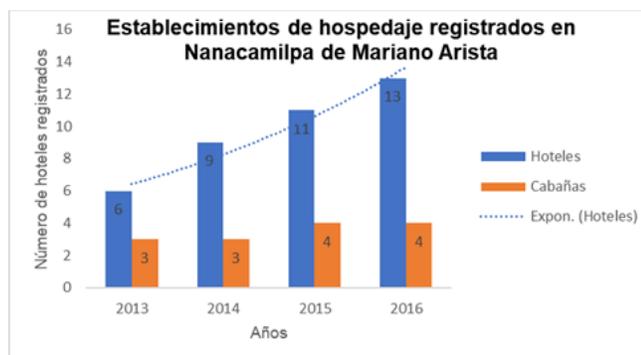


Figura 3. Elaboración propia. Con datos de Anuarios estadísticos y geográficos de Tlaxcala del año 2013,2014,2015 y 2016

Así como también se realizó un análisis de datos estadísticos en donde se tomó la proyección de habitaciones totales del año 2013 a 2016. Estos datos se observan en la figura 4.



Figura 4. Elaboración propia. Con datos de Anuarios estadísticos y geográficos de Tlaxcala del año 2013,2014,2015 y 2016.

Con respecto al inventario generado de la identificación de los establecimientos de alimentos y bebidas se encontró que la localidad cuenta con 17 restaurantes.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

El trabajo de investigación tuvo como finalidad identificar y analizar parte de la oferta con la que cuenta la comunidad de Nanacamilpa, ya que como se dijo anteriormente esta información será de vital importancia para la estructura de un sistema turístico planificado, el cual permita a la zona hacer uso adecuado de sus atractivos turísticos y principalmente preservar el área natural protegida que se ha considerado como su principal atractivo.

Con respecto a los atractivos turísticos los resultados indican que la comunidad de Nanacamilpa si cuenta con variedad de recursos, es decir, los visitantes a los que se podrá ofrecer el producto tendrán variedad de elección, pudiendo llevar a cabo turismo rural, en donde se tenga contacto con la comunidad receptora, conociendo su cultura, tradiciones, festividades y sus atractivos representativos. Sin embargo, estos atractivos tangibles e intangibles requieren de viabilidades más accesibles y señal ética que permita a los turistas encontrar fácilmente el atractivo. Además al realizar el análisis con escala de Likert se encontró que los atractivos bien pueden ser presentados a un segmento de mercado tanto regional como a nivel nacional, ya que al tener a tan corta distancia al estado de Puebla, Estado de México, Ciudad de México e Hidalgo, se podrán considerar como atracción de mercado para turismo rural de descanso, en donde las haciendas tendrán un papel importante, pues serán las que mediante las actividades que se implementan actualmente, como ruta de pulque, senderismo, paseo en bicicleta y otras más que se puedan integrar al producto, ayuden a fortalecer esta actividad económica que actualmente se realiza en la temporada de la luciérnaga, y con la difusión que se lleve a cabo, muestre a Nanacamilpa como lugar destino de atracción turístico. Recordando este término Milio (2004), indica que este tipo de destino es característico de municipios que cuentan con atractivos naturales, culturales y monumentales, y además en alguna temporada del año tiene afluencia de visitantes ya sea que pernocten o no.

En cuanto a su área natural protegida, considerada como atractivo principal de la región ha permitido favorecer el turismo no solo en la comunidad, sino también a nivel estado, ya que la economía de Tlaxcala se ve beneficiada por la gran difusión realizada a nivel nacional. Por otra parte, la llegada de turistas que se proyectan durante los últimos años ha rebasado la capacidad de carga de la comunidad. En la figura 5 se presenta la información. De manera que Tlaxcala a nivel estado ofrece servicio de alojamiento para los visitantes, así como paquetes turísticos donde ofrece visita a los atractivos de la capital, por tal motivo, gran parte de los visitantes no se quedan en la localidad.



Figura 5. Elaboración propia. Datos obtenidos de Vance & Ríos, (2017).

Una vez que se han presentado los resultados de los atractivos, se prosigue con los resultados encontrados acerca de la oferta de alojamientos, se encontró que existe un incremento de alojamientos constante, puesto que la moda refleja que 3 es el número de alojamientos que cada año se crean en la zona. Es así, como se puede decir que a pesar de que el lugar recibe gran cantidad de visitas en la temporada de la luciérnaga, no se han llevado a cabo acciones necesarias para brindar alojamiento que permita cubrir la demanda existente la cual ha sido proyectada con datos antes mencionados. En donde se tiene que el incremento de la proyección del presente año ascendió a 100,000 visitas para la temporada, por lo tanto, al realizar los análisis en el cual se buscó igualar la oferta con la proyección de demanda se encontró que se requieren 253 habitaciones para cubrir la demanda, de manera que si el municipio actualmente tiene un total de 191 habitaciones se necesitan 62 habitaciones más para cubrir la demanda proyectada.

Finalmente, con respecto a los establecimientos de alimentos y bebida solo se tomo en cuenta la identificación del inventario, lo cual no reflejo datos relevantes.

#### Conclusiones

Los resultados demuestran que el desarrollo del turismo en la comunidad de Nanacamilpa tomando en cuenta que se ha popularizado por su principal atractivo que es el área natural protegida (Santuario de la luciérnaga) podría tener un producto turístico, pues al analizar el elemento de la oferta en la localidad, se apreciaron factores que no interfieren en la realización de una adecuada planificación. Puede considerarse como una oportunidad para la comunidad al aprovechar sus atractivos de manera sustentable. Ya que también la actividad es impulsora de la economía, por lo tanto, es una alternativa para la comunidad como fuente de ingresos (Pérez y Contreras, 2017).

Por otra parte, el inventario de recursos turísticos ayuda a favorecer el turismo y al mismo tiempo a preservar sus tradiciones y costumbres, ya que la falta de iniciativas para salvaguardar sus tradiciones se está viendo afectadas sufriendo así pérdida de identidad, es por ello que, si se fortalece el turismo para el disfrute de su diversidad tanto natural como cultural, será benéfico para la localidad.

Del mismo modo, el alojamiento y los establecimientos de alimentos y bebidas que se han identificado, han permitido diagnosticar la viabilidad de que se pueda crear turismo, ya que al encontrar que si existen hoteles y a su vez restaurantes y que además cada año van en aumentando, resulta positivo para la región, pues a pesar de que la capacidad de hospedaje no se cubre en la temporada de la luciérnaga, esto indica que las empresas privadas y públicas están haciendo gestión para lograr un desarrollo turístico.

#### Recomendaciones

Las recomendaciones que la investigación aporta es que mediante los atractivos que se han encontrado, se adicionen actividades recreativas novedosas encaminadas al disfrute del medio natural y rural, donde, los turistas pueden salir de la cotidianidad para adentrarse a un lugar que venda un producto turístico segmentado a las nuevas tendencias y sobre todo se preserve el área natural protegida. Asimismo, se exhorta a que se continúe la investigación en el análisis y diagnóstico de los demás elementos que conforman el sistema turístico, para lograr una integración completa que permita hacer un diagnóstico integral.

#### Referencias

- Araújo, N. V. (2012). El turismo activo como modalidad turística en expansión. Análisis de la oferta de turismo activo en España. *Contabilidad y Negocios*, 13(1992-1896), 59-70.
- Forestal, C. N. (26 de Agosto de 2013). El bosque de oyamel de Nanacamilpa, hábitat de las luciérnagas. Gerencia estatal de Tlaxcala, 1-2.
- Washington, W. y F. Frank. "Six things you can do with a bad simulation model," *Transactions of ESMA*, Vol. 15, No. 30, 2007.
- López, A. (27 de julio de 2009). Sistema integrado de gestión para empresas turísticas. *Estudios gerenciales*, 25, 131-150.
- Milio, I. (2004). Diseño y comercialización de productos turísticos locales y regionales. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Pérez, C., & Contreras, I. (13 de Marzo de 2017). Diagnóstico turístico local para el ecoturismo comunitario en San Ildefonso (Ixtlahuaca, México). *Turismo y Sociedad*, XXI, 27-49. doi:01207555.n21.02
- Rivera, M. (Julio de 2014). El tratamiento de las actividades de turismo activo en los instrumentos de planificación ambiental de los parques naturales andaluces. *Estudios Regionales*, 102(0213-7585), 17-63.
- Varisco, C. (2016). Turismo Rural: Propuesta metodológica para un Enfoque Sistémico. *Pasos revista de turismo y patrimonio cultural*, 14(1695-7121), 153-167.
- Wallingre, N. (22 de Agosto de 2011). El desarrollo de un nuevo destino turístico el caso de la ciudad de Villa Elisa, Argentina. *Turismo y sociedad*, XII, 235-259.

#### Notas Biográficas

**La LAT. María Elena López Lozano** es egresada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI - UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Economía de la empresa, turismo y sustentabilidad. Ha presentado 2 artículos en congresos nacionales y 2 artículos internacionales. Aunado a lo anterior cuenta con un diplomado de guías de turistas generales con certificación.

**El M. en C. Raúl Junior Sandoval Gómez** es profesor colegiado SEPI – UPIICSA – IPN. Cuenta con las siguientes publicaciones: Cinco Libros; 44 Publicaciones y 62 artículos en las áreas de acreditación, calidad, educación e ingeniería (2003-2016) y 9 reconocimientos. Director de ocho programas de investigación., director de doce proyectos de investigación, participante en trece proyectos de investigación. Tesis dirigidas 24 tesis de maestría, 12 tesis de licenciatura. Ha participado en 30 congresos nacionales y 44 congresos internacionales.

**La DRA. María Guadalupe Obregón Sánchez** es académica de tiempo completo en SEPI – UPIICSA – IPN. Imparte clase en el programa de Maestría en Administración y en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial. Cuenta con las siguientes publicaciones: es autora del libro fundamentos de ergonomía, editorial Patria (2016), 2 capítulos de libros, uno en fundamentos para la Ingeniería editorial Patria y el otro con reconocimiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), en el área de docencia.

**El LAI. David Roberto Esquivel Becerril** es egresado de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI - UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Estudios organizacionales y educación. Ha presentado 3 artículos en congresos nacionales y 3 artículos internacionales.

La **L.N. Bianca Elizabeth Castillo Moreno** es egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, actualmente es estudiante de la Maestría en Administración en SEPI UPIICSA con alto desempeño académico. Su línea de investigación: Desarrollo sustentable. Ha presentado 1 artículo en congreso nacional y uno en congreso internacional. Además, cuenta con 2 diplomados uno en nutrición clínica y el otro en nutrición deportiva.

Agradecemos al Instituto Politécnico Nacional el apoyo otorgado.

# ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE UNA MICROEMPRESA ZAPATERA

Felipe López Piedra<sup>1</sup>, Daniela Sigala Mendoza<sup>2</sup>,  
Christian Santa Cruz Gálvez<sup>3</sup>, Manuel Jehosafath Gómez Jaramillo<sup>4</sup>, Alexis Rene González Yáñez<sup>5</sup>.

**Resumen**— Los métodos determinísticos y probabilísticos de inventarios son útiles para prever cuándo colocar una orden de producción y el tamaño óptimo de la orden. En la presente investigación se analizarán las principales ventajas y desventajas de contar con inventario dentro de la empresa, y de la importancia de tener un stock de seguridad. Además, se identificarán los materiales de mayor influencia dentro de la empresa a través de la Clasificación ABC, finalmente se aplicarán métodos como el EOQ, para obtener la cantidad óptima de la orden de compra en la que el costo total anual sea óptimo de una microempresa cuyo giro es la producción, distribución y la venta de calzado para dama.

**Palabras clave**—Exactitud de Inventario, Conteo Cíclico, Pronósticos, Modelo EOQ, Clasificación ABC.

## INTRODUCCIÓN

Los inventarios son recursos útiles que la organización mantiene en existencia para prevenir fluctuaciones, y poder satisfacer la demanda de clientes internos y externos; también para conocer el costo de pedir y el costo de mantener, además de conocer qué, cuánto y dónde se tienen los materiales de la empresa.

La exactitud de inventarios es importante para que el proceso de producción funcione sin interrupciones, de manera que las órdenes de los clientes puedan ser procesadas y programadas en lugar de permanecer detenidas a causa de una escasez de partes. Un aspecto importante a considerar es el stock de seguridad, ya que éste permite tener una reserva de material en caso de una emergencia y poder abastecer al cliente interno.

La microempresa en estudio es fabricante de calzado, distribuye en Zitácuaro, Ciudad Hidalgo y Estado de México; su producción es de aproximadamente 10- 15 pares al día, mezclando la fabricación de botas, botines, tenis, zapatos, calzado de tacón, entre otros.

La empresa zapatera no cuenta con un stock de seguridad, lo único que tiene es un bajo número de materia prima sobrante acumulada de cada pedido, que no se tiene destinado como reserva, pero en caso de ser necesario se puede utilizar como tal. Toda la materia prima sobrante se almacena para aprovechar su uso en la siguiente producción de calzado de la temporada correspondiente. Es indispensable que la empresa cuente con un registro confiable de todo lo que se tiene en inventario para planear su abasto, tener mejor orden y control de materia prima y componentes para elaborar el calzado.

El objetivo de la presente disertación es determinar la cantidad exacta de materia requerida que será transformada en producción, para evitar paros. Además de identificar el tiempo óptimo de reabastecimiento de materia prima para la producción de calzado.

## MARCO TEÓRICO

La administración de inventarios es básica para que una empresa sea competitiva y alcance sus metas.

Para determinar el volumen del inventario, es necesario calcular los costos en que se incurre, los cuales son costo unitario, costo de preparar la orden de compra, costo de almacenamiento y costo por desabasto u oportunidad.

<sup>1</sup> C. Felipe López Piedra es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro [felipepiedra09@gmail.com](mailto:felipepiedra09@gmail.com)

<sup>2</sup> C. Daniela Sigala Mendoza es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro [dani.sigala@outlook.com](mailto:dani.sigala@outlook.com)

<sup>3</sup> Santa Cruz Gálvez Christian es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro [thechrisl@outlook.com](mailto:thechrisl@outlook.com)

<sup>4</sup> Gómez Jaramillo Manuel Jehosafat es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro [teuton97@hotmail.com](mailto:teuton97@hotmail.com)

<sup>5</sup> González Yáñez Alexis Rene es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Zitácuaro [alexis.150497@outlook.com](mailto:alexis.150497@outlook.com)

Es de suma importancia concentrarse en los artículos más importantes, clasificándolos de acuerdo con el principio de Pareto (80-20), para optimizar los recursos disponibles y controlar los materiales. La clasificación ABC separa los artículos en sus tres grupos de acuerdo a los siguientes criterios:

- En el grupo A se encuentra el 20% del total de los materiales que representan el 80% del valor de consumo.
- En el grupo B se encuentra el 30% del total de los materiales que representan el 15% del valor de consumo.
- En el grupo C se encuentra el 50% del total de los materiales que representan el 5% del valor de consumo.

Esta clasificación es el pilar del conteo cíclico cuyo fin es mantener la exactitud en el inventario, sin el arduo trabajo del inventario físico y con mayor continuidad en su precisión.

El modelo EOQ determina la cantidad óptima a ordenar y cuándo se debe colocar dicha orden, el modelo con descuentos se aplica para conocer si se debe aceptar el descuento ofrecido por los proveedores por altos volúmenes de compra, conociendo si la disminución o ahorro es mayor que el incremento del costo variable. Y finalmente el modelo con faltantes se valora si el cliente acepta esperar cuándo su pedido no se puede surtir incurriendo en un nuevo costo por las unidades faltantes.

### METODOLOGÍA

Con base en los pronósticos y las capacidades de reaprovisionamiento con los que cuenta la empresa, se logró definir la cantidad exacta de materia prima requerida y el tiempo óptimo de reabastecimiento a partir de los siguientes pasos:

- 1.- Determinar el costo de mantener y el costo de pedir, costos en los que se incurre cuando se realiza una compra de materia prima.
- 2.- Determinar el modelo de cantidad económica a ordenar (EOQ).
- 3.- Realizar la clasificación ABC para determinar cada grupo de materiales y su jerarquía, aplicando el principio de Pareto.
- 4.- Diseñar la frecuencia y los materiales a contar con base en el conteo cíclico.
- 5.- Determinar el modelo con descuentos.
- 6.- Determinar el modelo con faltantes.

### DESARROLLO

La materia prima que la empresa adquiere para poder abastecerse es solo la necesaria para surtir el pedido que se levantará. El pedido realizado más reciente fue el 24 de octubre siendo de 250 pares de bota para la temporada otoño-invierno para Ciudad Hidalgo.

El costo en que se incurre para preparar la orden de compra es de \$1,500, que incluye los siguientes costos: se recarga el teléfono celular con \$100, el sueldo del transportista es de \$250, se carga gasolina a la camioneta \$622, el gasto en alimentos es de \$100, el costo total de las casetas de ida y regreso es de \$270, el costo de mantenimiento a vehículo de \$58/mes, y el costo del estacionamiento es de \$100.

El costo de mantener el almacén un mes es de: \$3,350, que incluye los gastos siguientes: la renta del almacén es de \$600 pesos mensuales, el pago del servicio eléctrico es de \$220, el sueldo del trabajador encargado del almacén es de \$250, el costo del servicio telefónico es de \$300 mensuales, el costo de adquirir papelería es de \$50, y del predial se paga \$1500 anual.

#### *Modelo de cantidad económica a ordenar (modelo EOQ)*

La empresa compra (D) 5,085 artículos por año para emplearlos en el proceso de producción de zapatos, huarache u otro tipo de calzado. El costo unitario de producción (C1) es de \$140/par, el costo por mantener en inventario cada unidad terminada (C3) del pedido de 250 unidades de Ciudad Hidalgo es de \$160.8 anual, con un costo de colocar la orden de compra (C2) de \$1,500. A partir de estos datos se aplica el Modelo de Harris Wilson para determinar el tamaño de la orden de compra y la frecuencia con que debe solicitarse para optimizar ambos costos.

La cantidad económica a ordenar que se requiere para abastecer el pedido de Ciudad Hidalgo, de acuerdo a la fórmula  $Q_{opt} = \sqrt{(2*DC2/C3)}$  es de **308 unidades**; el número idóneo de pedidos anuales que se obtuvo a partir de la siguiente fórmula  $N=D/Q$  es de **16.50 pedidos al año**; el tiempo para realizar cada pedido se calcula con la fórmula  $Q= 1/t$ , el resultado de Q se multiplica por los 12 meses y este resultado a su vez por los 30 días del mes, de esta manera se obtiene que el tiempo óptimo para solicitar un pedido a la empresa es cada **21.81 días**.

El costo total anual de acuerdo a la fórmula  $CTT = C1*D + C2 (D/Q) + (Q/2) C3$  es de **\$761,427.81**, que contempla el costo de pedir de \$1,500/mes que asciende a \$25,500 anualmente; el costo de mantener de \$3,350/mes que aumenta a \$40,200 al año, y el costo de la materia prima que anualmente es de \$695,727.81.

### Modelos con descuentos

A partir de este modelo se determinará si se debe aceptar el descuento ofrecido por los proveedores por un volumen alto de compra; se debe aceptar si la disminución o ahorro es mayor que el costo normal de adquisición de materia prima.

Para el modelo con descuentos se analizaron los costos de la suela para fabricar zapatos del pedido de Ciudad Hidalgo para considerar si es conveniente aceptar el descuento o no al adquirir este material.

La tasa de producción de la empresa (R) es de 5,400 pares debido a que diariamente se fabrican 15 pares; la demanda anual (D) de la suela utilizada en el pedido es de 1,080 unidades, siendo su costo unitario (CTa) de \$14; teniendo un costo unitario con descuento (CTn) de \$12.04 debido a que los proveedores hacen a la empresa un descuento del 14%. El costo por realizar la orden de compra (C2) es de \$3,500; el costo por mantener las suelas en almacén (C3) es de \$7.44, ya que se toma en cuenta el costo total anual de mantener que es de \$40,200 respecto a la materia prima que se requiere en este pedido; al no tener materiales faltantes solo se pone 1 unidad (C4) como tal. El costo por realizar una compra de 250 unidades a precio con descuento (Qn) es de \$3,010 y el costo por realizar una compra de 250 unidades a precio normal (Qa) es de \$3,500.

$$\text{Fórmula: } CT_n D + C_2 \left( \frac{D}{Q_n} \right) + \frac{C_3 * C_4 * Q_n (1 - D/R)}{2(C_3 + C_4)} \geq CT_a D + \left( \frac{D}{Q_a} \right) + \frac{C_3 * C_4 * Q_a (1 - D/R)}{2(C_3 + C_4)} = CT_n = 15,320.35 \leq CT_a = \$ 17,434.12$$

El costo unitario con descuento es menor al costo normal de la materia prima, es decir, en lugar de pagar \$17,434.12 se pagará \$15,320.35 por las unidades al año, por tanto, conviene tomar el descuento desde el punto de vista económico.

### Modelo con faltantes

El modelo EOQ con faltantes se aplica cuando existe un periodo de escasez debido a que la demanda al cliente no se satisface a tiempo y el cliente decide esperar.

La empresa compra 5,085 artículos por año para emplearlos en el proceso de producción. La demanda anual (D) de la suela utilizada en el pedido es de 1,080 unidades, el costo unitario de la suela (C1) para zapatos utilizado en dicho pedido es de \$14, con un costo de colocar la orden de compra (C2) de \$1500, y el costo de mantener en inventario la materia prima del pedido antes mencionado (C3) es de \$40,200, se contempla el costo de almacenaje y el salario del trabajador encargado del inventario y todo el prorrato de los costos de mantener el inventario; por faltante (C4) se determina un valor de 1 ya que no tiene como tal una cantidad. Todas las cantidades antes mencionadas están delimitadas a un lapso de 1 año.

Mediante el modelo con faltantes se puede determinar la cantidad económica óptima a ordenar de acuerdo a la fórmula  $Q_{opt} = \sqrt{[(2(C2)*D(C3+C4))/(C3*C4)]}$  son **1,804.16 unidades**; el número óptimo de unidades agotadas (déficit) aplicando la fórmula  $S = Q * [C3/(C3 + C4)]$  da como resultado **1,804.11 unidades**. El costo óptimo anual obtenido en la siguiente fórmula  $CTT_{opt} = C_1 * D + \sqrt{\frac{2 * C_2 * D * C_3 * C_4}{(C_3 + C_4)}}$  es de **\$ 15,199.05**. Mediante la fórmula  $t = Q/D$  se obtiene una duración de 1.66 días en el déficit de tiempo. De inventario máximo a través de la siguiente fórmula,  $(IM) = Q - S$  se obtiene que hay 0 unidades.

De acuerdo a la fórmula de Inventario Máximo se obtiene un total de 0 unidades, considerando que solo se compra lo que se necesita por lo tanto no hay material rezagado.

### Clasificación ABC

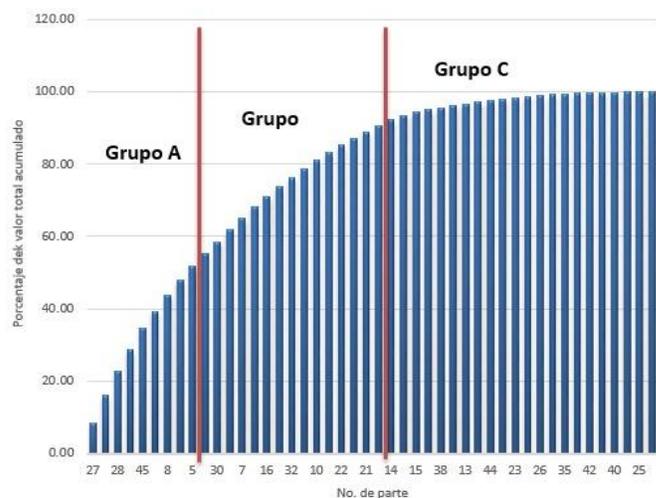
Se realizó la clasificación ABC con base en un total de 46 materiales utilizados para la fabricación del calzado en la empresa, tomando en cuenta el costo anual que depende de la demanda

El valor de consumo se obtiene multiplicando la demanda anual por el costo unitario y se ordenan de manera descendente en base en el costo anual (ver ejemplo en tabla 1).

Tabla 1 Valores y porcentajes acumulados de partes

No. De parte	Descripción	Demanda		Costo unitario	Valor de consumo	% del valor total	% del valor total acumulado
27	Suelas (Botín por pares)	28	pares	600	16800	8.37	8.37
1	Gamuza (Duraznos)	85	m	180	15300	7.62	16.00
28	Suela bota	22	pares	600	13200	6.58	22.57
31	Suela plataforma	30	pares	400	12000	5.98	28.55
45	Cajas (Empaque)	200	paquetes	60	12000	5.98	34.53
9	Curpiel (Fresno)	95	m	100	9500	4.73	39.27
8	Curpiel (Book)	115	m	80	9200	4.58	43.85
3	Forros (Plástico)	45	m	180	8100	4.04	47.89
5	Curpiel (Kenia)	95	m	80	7600	3.79	51.68
2	Forros (Tricot)	28	m	250	7000	3.49	55.17
30	Suela tenis	22	pares	300	6600	3.29	58.45
6	Curpiel (Magma)	110	m	60	6600	3.29	61.74
7	Curpiel (Azteca)	110	m	60	6600	3.29	65.03
20	3380 PVC (Pegamento)	1280	piezas	5	6400	3.19	68.22
16	Plantillas (Costilla)	7	piezas	800	5600	2.79	71.01
29	Suela zapato	14	pares	400	5600	2.79	73.80
32	Suela huarache	17	pares	300	5100	2.54	76.34
17	Fibras (Plantas)	80	piezas	60	4800	2.39	78.74
10	Curpiel (Weston)	90	m	50	4500	2.24	80.98
11	Curpiel (Capitoneado)	110	m	40	4400	2.19	83.17
22	Guriyul (Pegamento)	280	piezas	15	4200	2.09	85.26
33	Suela niña (infantil)	15	pares	250	3750	1.87	87.13
21	PL-10 (Pegamento)	500	piezas	7	3500	1.74	88.88
37	Adornos (Bolsas)	500	pares	7	3500	1.74	90.62
14	Sueter	110	m	30	3300	1.64	92.27
36	Herrajes (Bolsas)	400	pares	6	2400	1.20	93.46
15	Curpieles (Luminosos)	85	m	20	1700	0.85	94.31
18	Cierras (Paquetes)	350	piezas	4	1400	0.70	95.01
38	Celastec 1 1/2 mm	60	m	20	1200	0.60	95.60
39	Celastec 1 mm	55	m	20	1100	0.55	96.15
13	Perforados	100	m	10	1000	0.50	96.65
4	Forros Piel)	90	m	10	900	0.45	97.10
44	PU-PVC	120	botes	7	840	0.42	97.52
12	Charol	80	m	10	800	0.40	97.92
23	Activador (Lata)	400	piezas	2	800	0.40	98.32
34	Ojillos (Bolsas)	180	pares	4	720	0.36	98.67
26	Hilos	35	kg	15	525	0.26	98.94
24	Termoplastico (Botes)	65	piezas	8	520	0.26	99.20
35	Remaches (Bolsas)	150	pares	3	450	0.22	99.42
19	Agujetas (Paquete)	100	piezas	3	300	0.15	99.57
42	Pintura pantalla	60	botes	3	180	0.09	99.66
41	Etiquetas	38	paquetes	4	152	0.08	99.73
40	Seguetas	15	m	10	150	0.07	99.81
43	Limpia pontellas	30	botes	5	150	0.07	99.88
25	Tachuelas (Kilos)	32	kg	4	128	0.06	99.95
46	Rafia (Embalaje)	35	paquetes	3	105	0.052325	100

Posteriormente se calculan los porcentajes del valor total y finalmente se grafican los artículos en función del valor de consumo acumulado (ver gráfica 1).



Gráfica 1 Clasificación ABC

En el grupo A se tomaron 10 materiales que van de \$16,800.00 a \$7,000.00, para el grupo B los valores van de \$6,000.00 a \$3,500.00 y abarca 14 de los 46 materiales, por último, del grupo C, consta de los 22 materiales restantes con valores inferiores a \$3,500.00.

Es importante resaltar que el costo unitario como tal de los artículos no guarda relación con su clasificación, sino debe multiplicarse por la frecuencia para que pueda ser categorizado adecuadamente. La clasificación en tres categorías es tradicional, pero puede variar de acuerdo a las necesidades de las empresas. Lo importante es que todos los artículos del inventario reciban la atención y control de acuerdo a su importancia.

A partir de esto se aplica el conteo cíclico.

### Conteo cíclico

Se presenta una lista de 46 materiales que la empresa zapatera utiliza para la fabricación de sus productos. Para el conteo se tomó un 10% del total de los materiales lo que da como resultado 4.6 pero se decidió contar 6 artículos diarios: 2 del grupo A, 2 del B y 2 del C.

Los días para terminar el conteo para cada grupo son los siguientes: en el grupo de los artículos A se llevará un total de 5 días en revisar 6 artículos, en el caso del grupo B se llevará 7 días en revisar 6 artículos y finalmente para el grupo C se llevará en su revisión un total de 11 días en revisar 6 artículos.

## RESULTADOS

Se analizaron pronósticos estadísticos a través del modelo EOQ, para evaluar la cantidad económica que se debe ordenar, la cual es de **308 unidades**, con un costo total anual de \$761,427.81, y el costo de adquirir solamente la materia prima es de \$678,977.81, siendo cada **22 días** el tiempo entre pedidos.

Se debe reabastecer la empresa alrededor de **17 veces** al año, cantidad que representa el número de pedidos idóneos anuales.

Aplicando la clasificación ABC se obtuvo que el Grupo A se encuentra con un porcentaje del **33.98%** y se requiere de **5 días** para poder terminar el conteo de este grupo.

El método de modelo con descuentos arroja que el costo unitario con descuento es menor al costo normal de la materia prima, en lugar de pagar \$17,434.12 se pagará \$15,320.35 por las unidades al año, por tanto, conviene tomar el descuento desde el punto de vista económico.

Con el modelo de faltantes se obtuvo que la cantidad óptima que se debe comprar y el número óptimo de unidades agotadas es de **1804.11 unidades**, concluyendo que no se tiene un inventario máximo ya que se solo se compra lo necesario para el pedido y no hay material obsoleto.

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio nos indican que la cantidad óptima que se debe ordenar es de 308 unidades en cada pedido y el tiempo de reabastecimiento debe ser cada 22 días. La empresa puede aumentar el número de reabastecimientos por año, ya que las veces que se surte materia prima son pocas, claro está que las veces que se debe reabastecer depende de los pedidos que se hagan.

La empresa debe aceptar y aprovechar los descuentos que le brindan sus proveedores, ya que al aceptarlos le genera a la empresa un ahorro en la inversión de materia prima.

Es de suma importancia el contar en todas las empresas con un stock de seguridad para evitar paros en la línea de producción, así como, tener un buen registro de todo lo que se tiene en inventario y lo que se necesita para abastecer el pedido y no incurrir en desabasto.

Es indispensable conocer el número de unidades óptimas a ordenar y el número de veces que se debe reabastecer la empresa al año para poder tener control en el inventario.

### BIBLIOGRAFÍA

Administración de Operaciones I, García Vargas M.C (2012) "*Administración de Operaciones*" Primera Edición, Taller de Impresiones Comerciales, México, D.F Páginas (179-272).

# EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CAPACIDAD ANTIBACTERIANA Y ANTIMICÓTICA DE UNA SOLUCIÓN HIPEROSMÓTICA DISEÑADA PARA SU USO COMO IRRIGANTE ENDODÓNTICO

Daniela López Ruelas<sup>1</sup>, Dr. Ricardo Oliva Rodríguez<sup>2</sup>,  
M.C. Ana María González Amaro<sup>3</sup>

## Resumen

La caries dental causa la destrucción de tejidos dentales por la invasión de microorganismos siendo la enfermedad bucal más prevalente. Una alternativa terapéutica para dientes con extensa destrucción es la endodoncia, la cual si no se emplea de manera correcta, existe la posibilidad de fracasos endodónticos debido a la permanencia de microorganismos en los canales radiculares siendo *Enterococcus faecalis* la más frecuente. Una de las principales causas de fracaso en los tratamientos de endodoncia es la permanencia de microorganismos en los canales radiculares. La irrigación en la endodoncia tiene como objetivo la remoción y reducción del número de bacterias existentes en el interior de los conductos radiculares, tanto por la acción mecánica como por la acción antimicrobiana de la sustancia utilizada. Se utilizaron 60 muestras de resina acrílica para ser contaminadas con los microorganismos: *C. Albicans* y *E. Faecalis*, que fueron sumergidas en dos soluciones irrigantes: NaOCl 2.25% y la solución hiperosmótica en diferentes tiempos. Se concluyó que la solución hiperosmótica utilizada actuó con efectividad antimicrobiana y antimicótica y fue comparativamente mayor.

**Palabras clave:** Caries dental, endodoncia, irrigación, conductos radiculares, soluciones irrigantes.

## Introducción

La caries dental es una enfermedad actual de alta prevalencia en el mundo provocando danos estructurales y funcionales irreversibles en la dentadura. Una opción para tratar dientes ampliamente destruidos por caries dental es la realización de tratamientos de conductos (endodoncia). Aun cuando estas terapias tienen un pronóstico favorable en la mayoría de los casos, la literatura señala que existe la posibilidad de fracaso.

Una de las principales causas de fracaso de estos tratamientos es la permanencia de microorganismos en los canales radiculares. Dentro de las numerosas especies bacterianas existentes, una de las más frecuentemente encontradas en dientes con necrosis pulpar (sin historia previa de endodoncia) y la más aislada en aquellos con recidiva de infección (dientes con indicación de retratamiento) es *Enterococcus faecalis*. La microbiota que se encuentra en los dientes con fracaso en el tratamiento es predominantemente anaerobia facultativa y Gram positiva, siendo *E. faecalis* la especie que se aísla con mayor frecuencia (ET, 2003). También se han realizado otras investigaciones dirigidas a aclarar el papel que juegan los factores de virulencia de *E. faecalis* en la colonización por parte de esta bacteria en un medio tan pobre en nutrientes como el conducto radicular medicado. La adhesión a la superficie de la dentina constituye un paso esencial que determina el potencial patógeno de este microorganismo en el conducto radicular medicado (Ts, 2003), (N, 2008). Puesto que la dentina contiene colágeno y otras proteínas, se sugiere que las proteasas sintetizadas por *E. faecalis*, así como la proteína de unión al colágeno (Ace) pudieran participar o por lo menos influir en la adhesión bacteriana, y por lo tanto permitir que la bacteria colonice el conducto radicular (Ts, 2003). Uno de los principios básicos que hace a la práctica de la endodoncia es mantener una ética profesional dirigida

<sup>1</sup> Daniela López Ruelas es Estudiante en Licenciatura Cirujano Dentista en la Universidad Autónoma de Nayarit

<sup>2</sup> Dr. Ricardo Oliva Rodríguez es Doctor en Ciencias Biológicas, Profesor Investigador y Maestría en Endodoncia de Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

<sup>3</sup> M.C. Ana María González Amaro es Maestra en Ciencias, Coordinadora del Laboratorio de Microbiología, Maestría de Endodoncia Facultad de Estomatología en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

a canalizar todos los esfuerzos en lograr que se mantenga un éxito del tratamiento, sustentable en el tiempo a corto, mediano y largo plazo. (R, 1999)

El medio que permite cumplir mayormente este objetivo es la combinación de la instrumentación, limpieza mecánica de las paredes dentinarias internas del canal mediante instrumental endodóntico estandarizado y la irrigación de los conductos mediante soluciones que posean capacidad antiséptica, pero que no sean excesivamente irritantes para el tejido conectivo periapical. (C., 2004)

La irrigación, acompañada de la aspiración, es un auxiliar necesario en la instrumentación del conducto radicular, y tiene como objetivo la remoción de los detritos, la reducción del número de bacterias existentes en el interior de los conductos radiculares, tanto por la acción mecánica como por la acción antimicrobiana de la sustancia utilizada, facilita la instrumentación toda vez que mantiene las paredes dentinarias hidratadas. (JJ, 1999)

Los microorganismos en la naturaleza raramente existen bajo condiciones ideales que permitan su desarrollo, estos están expuestos a diversos tipos de estrés a través de condiciones adversas u hostiles. La presión osmótica es uno de los parámetros físicos más significativos con los cuales la bacteria tiene que lidiar. La presión osmótica se suele expresar en osmoles y depende exclusivamente del número de partículas disueltas (moles) por unidad de volumen, con independencia de su carga eléctrica, peso o fórmula química, es por tanto una propiedad coligativa (es decir las propiedades colectivas que una solución tiene cuando estos compuestos están presentes). (SD, 2005) La ósmosis es el movimiento del agua desde soluciones con baja concentración de soluto hasta soluciones con alta concentración de soluto, la presión osmótica y la presión hidrostática que se genera a través de una membrana semipermeable con un gradiente de concentración al lado y lado, depende del número de partículas de la solución. (M, 2003)

El estrés hiperosmótico provoca, pérdida de agua celular, contracción celular, fuerza intracelular iónica elevada, hacinamiento macromolecular y desnaturalización proteica, induciendo la plasmólisis celular. La cual resulta en la inhibición de una variedad de procesos fisiológicos, que van desde el consumo de nutrientes hasta la replicación del ADN. Este efecto puede ser provocado por ciertos agentes, un ejemplo de ello son los iones inorgánicos como el potasio, sodio y cloro que tienen la capacidad de desestabilizar la estructura secundaria de las proteínas e interrumpir la actividad enzimática.

La difusión de algunas sales como lo es el sorbato de potasio retardan el crecimiento de numerosos microorganismos, incluyendo levaduras, mohos, bacterias deteriorativas y patógenas. De igual manera inhiben un gran número de bacterias tales como gram positivas, gram negativas, catalasa positiva, catalasa negativa, aerobios y anaerobios, mesófilos y psicrotófilos. (sofos, 1989) Algunos estudios han reportado un incremento en la actividad antimicrobiana del sorbato cuando se adiciona azúcar o cloruro de sodio al sustrato. En general se cree que los solutos incrementan la actividad inhibitoria del sorbato. Un modo potencial de acción para este fenómeno puede ser que los solutos inducen el hinchamiento celular, el cual incrementa la sensibilidad de los microorganismos a los conservadores. (Liewn y Marth 1985). La muerte de microorganismos expuestos a altas concentraciones de sorbato es atribuida a la generación de agujeros en la membrana celular. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad antibacteriana y antimicótica de una solución hiperosmótica comparativamente con una solución de hipoclorito de sodio al 2.25%.

## Descripción del método

### *Preparación de las muestras:*

Se utilizaron 60 barras de resina acrílica autocurable (MDC Dental, Gardena, Ca, USA), con las siguientes dimensiones: 25mm x 5 mm x 1 mm, las cuales fueron almacenadas en suero fisiológico y posteriormente esterilizadas en autoclave. Cada muestra fue removida del medio de cultivo para posteriormente ser sumergidas en 10mL de las distintas soluciones en diferentes tiempos.

**Cultivo de *C. Albicans* e inoculación de las muestras:** Colonias puras de *C. albicans* fueron cultivadas en placa de agar de dextrosa Sabouraud y fueron inoculadas en 60 tubos de ensaye estériles con 10 mL c/u de caldo de dextrosa Sabouraud, cuya turbidez se ajustó para coincidir con la turbidez de  $1.5 \times 10^8$  unidades formadoras de colonias, UFC/mL el equivalente a la escala de 0.5 McFarland. Posteriormente se colocaron las barras de resina acrílica, y se incubaron a 35°C durante 72 horas. Se verificó la presencia exclusiva de *Cándida Albicans* por inoculación en placa, incubación y tinción de gram.

**Cultivo de *E. Faecalis* e inoculación de las muestras:** Colonias puras de *E. faecalis* fueron cultivadas en placa de agar BHI, fueron inoculadas en un matraz con BHI, cuya turbidez se ajustó para que coincidiera con la turbidez de  $1.5 \times 10^8$  unidades formadoras de colonias/mL el equivalente a la escala de 0.5 McFarland.

Posteriormente se agregaron 100 µL a los 60 tubos de ensaye ya inoculados con *Cándida albicans*, y se incubaron a 35°C por 72 horas.

**Contaminación de barras acrílicas:** Transcurridas las 72 horas de incubación de los microorganismos se observó su crecimiento y se colocaron las barras de resina acrílica a cada tubo de ensaye para su contaminación, fueron incubadas durante 48 horas. Transcurrido el tiempo de incubación observó que los tubos alcanzaran la turbidez deseada.

**Proceso de esterilización:** Se utilizaron 60 tubos de ensaye esterilizados en autoclave, para ser usados como contenedor de las diferentes soluciones a evaluar. Ya estériles, se colocaron 10mL de cada solución e inició con el siguiente planteamiento:

**Grupo A-1: (Solución hiperosmótica, tiempo 1)** 10 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10 mL de la solución hiperosmótica durante 20 minutos.

**Grupo B-1: (Hipoclorito de Sodio 2.25%, tiempo 1)** 10 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10 mL de hipoclorito de sodio al 2.25% durante 20 minutos.

**Grupo C-1: (Control positivo, agua desionizada, tiempo 1)** 5 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10 mL de agua desionizada durante 20 minutos.

**Grupo D-1: (Control negativo, Glutaraldehido, tiempo 1)** 5 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10mL de Glutaraldehido (Gafidex®) durante 20 minutos.

**Grupo A-2: (Solución hiperosmótica, tiempo 2)** 10 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10 mL de la solución hiperosmótica durante 60 minutos.

**Grupo B-2: (Hipoclorito de sodio 2.25%, tiempo 2)** 10 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10 mL de hipoclorito de sodio al 2.25% durante 60 minutos.

**Grupo C-2: (Control positivo, agua desionizada, tiempo 2)** 5 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10mL de agua desionizada durante 60 minutos.

**Grupo D-2: (Control negativo, Glutaraldehido, tiempo 2)** 5 barras de resina acrílica c/u en un tubo de ensaye con 10mL de Glutaraldehido (Gafidex®) durante 60 minutos.

**Verificación del crecimiento bacteriano:** Una vez transcurrido el tiempo para cada solución se procedió a pasar cada barra de resina acrílica a un tubo con medio de cultivo de dextrosa Sabouraud para ser incubados durante 48 horas a 35°C. Posteriormente se verificó la presencia o no de turbidez y se determinó la escala de McFarland.



Figura 1. Se muestra la ausencia de turbidez en el grupo A-1 en el tiempo 1 (20 minutos) igualmente en el grupo A-2 en el tiempo 2 (60 minutos).

Fig. 2. Verificación cualitativa del crecimiento bacteriano asociado a las muestras de resina acrílica luego del contacto con NaOCl en el tiempo 1 y tiempo 2 y después de la incubación con medio de cultivo específico.

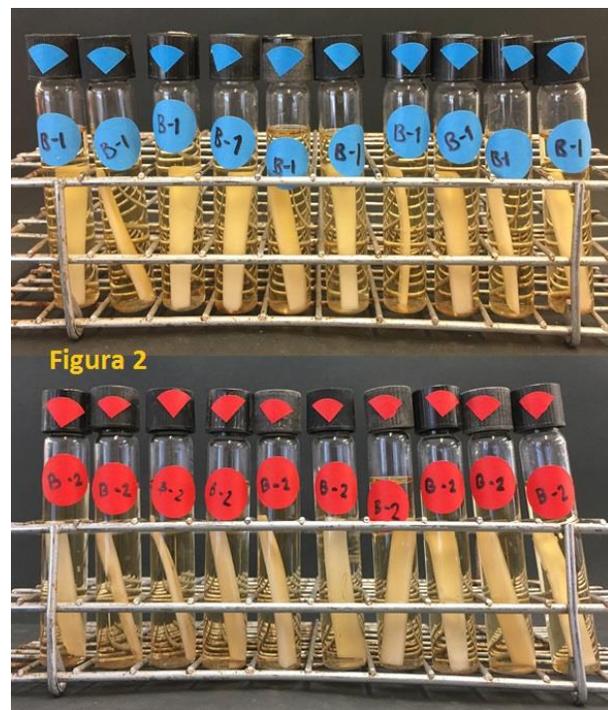




Figura 3. Verificación cualitativa del crecimiento bacteriano a las muestras de resina acrílica luego del contacto con agua desionizada y glutaraldehído en el tiempo 1 y tiempo 2 y después de la incubación con el medio de cultivo específico.

CUADRO A

Solución hiperosmótica				
Tubo	Mc Farland	Tiempo 1 (20 min)	Mc Farland	Tiempo 2 (60min)
1	0	Negativo	0	Negativo
2	0	Negativo	0.1	Positivo
3	0	Negativo	0.1	Positivo
4	0	Negativo	0	Negativo
5	0	Negativo	0	Negativo
6	0	Negativo	0	Negativo
7	0.1	Positivo	0	Negativo
8	0.1	Positivo	0	Negativo
9	0	Negativo	0	Negativo
10	0	Negativo	0	Negativo
NaOCl 2.25%				
Tubo	Mc Farland	Tiempo 1 (20min)	Mc Farland	Tiempo 2 (60min)
1	0.1	Si desarrollo	0.1	Si desarrollo
2	0.1	Si desarrollo	0.1	Si desarrollo
3	0.1	Si desarrollo	0.1	Si desarrollo
4	0.1	Si desarrollo	0.1	Si desarrollo
5	0	No desarrollo	0	No desarrollo
6	0.1	Si desarrollo	0	No desarrollo
7	0	No desarrollo	0.1	Si desarrollo
8	0.1	Si desarrollo	0.1	Si desarrollo
9	0	No desarrollo	0	No desarrollo
10	0	No desarrollo	0	No desarrollo

Cuadro A. Muestra el desarrollo de la carga bacteriana posterior a los tiempos de prueba en la solución hiperosmótica y NaOCl.

## Conclusión

Tomando en cuenta las condiciones "in vitro" de este estudio, la solución hiperosmótica tuvo una acción antimicrobiana y antibacteriana superior comparativamente al NaOCl al 2.25% en ambos tiempos. Lo que la coloca como un buen prospecto de solución irrigante en el tratamiento de endodoncia.

## Resultados

Con base en los datos obtenidos con respecto a crecimiento bacteriano y micótico en términos de turbidez, la solución hiperosmótica mostró un eficaz efecto bactericida en contra de *E. faecalis* y antimicótico sobre *C. albicans*, luego de 20 y 60 min. Mientras que el NaOCl al 2.25% mostró un efecto antibacteriano y antimicótico disminuido comparativamente en ambos tiempos. La solución hiperosmótica mostró una adecuada capacidad microbicida en contra de *E. faecalis* y *C. albicans*, en cada uno de los tiempos. Solo 2 de 10 tubos mostraron un crecimiento de 0.1 en la escala de McFarland, mientras que un crecimiento similar se desarrolló en 6 de 10 tubos en cada tiempo para el hipoclorito de sodio al 2.25%.

Después de la siembra en placa y una vez transcurrido el período de incubación; Tras obtener el número de UFC para cada grupo, se transformó a datos exponenciales con la siguiente fórmula:

$[(N^{\circ} \text{ de colonias en placa}) (\text{Factor de dilución}) / 0.1 \text{ mL} = N^{\circ} \text{ de colonias por mL}]$ .

Posteriormente se expresó el número de UFC en  $\log_{10}$ . Se verificó la normalidad de las variables a través de la prueba de Shapiro Wilk y posteriormente se aplicó la prueba estadística de ANOVA observándose diferencia significativa ( $p < 0.005$ ) entre la solución hiperosmótica y el hipoclorito de sodio, en ambos tiempos de prueba.

## Referencias

1. Hilú R. El Campo Operatorio en Endodoncia. En Endodoncia Integrada. Ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica C.A. Caracas. 1999:63-92.
2. Segura JJ, Jiménez-Rubio A, Guerrero JM, Calvo JR. Comparative effects of two endodontic irrigants, chlorhexidine digluconate and sodium hypochlorite on macrophage adhesion to plastic surfaces. *Journal of Endodontics* 1999; 25(4):243-246.
3. Radcliffe, C., Potoruridou, L., Qureshi, R. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *enterococcus faecalis*, *International Endodontic Journal*, 2004.37, 438-446.
4. Fraiss S, Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in c
5. PINHEIRO ET, GOMES BPFA, FERRAZ CCR, TEIXEIRA FB, ZAIA AA, SOUSA-FILHO FJ. Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiol Immunol* 2003; 18: 100-3.
6. HUBBLE TS, HATTON JF, NALLAPAREDDY SR, MURRAY BE, GILLEPSIE MJ. Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. *Oral Microbiol Immunol* 2003; 18: 121-6.
7. BRÄNDLE N, ZEHNDER M, WEIGER R, WALTIMO T. Impact of growth conditions on susceptibility of five microbial species to alkaline stress. *J Endod* 2008; 34: 579-82.
8. Loken SD, Demetrik DJ. A novel method for freezing and storing research tissue bank specimens. *Hum Pathol* 2005;36:977-80.
9. Mathews KM, van Holde KE, Ahem KG. *Biochemistry. Third edition. Addison Wesley*; 200

# Construcción de Modelos Matemáticos para la enseñanza del Cálculo: del Atletismo al salón de clases

Jesús López Sánchez<sup>1</sup>, Roberto Hernández Tovar<sup>2</sup>,  
Teodoro Melchor Ceballos<sup>3</sup>, David Huerta García<sup>4</sup> y Antonia López Sánchez<sup>5</sup>

**Resumen**—Cuando tenemos que hablar del uso de la matemática con aprendedores y facilitadores en las carreras de ingeniería, de inmediato surge la idea de que estamos frente un problema mayor de esta área. La praxis de la matemática, encuentra aplicaciones en la ingeniería y otras carreras de nivel Superior. Los ejemplos concretos que se presentan en este trabajo se realizaron con alumnos y profesores de los institutos tecnológicos de Pinotepa y Tlalnepantla. El objetivo de nuestra investigación se sustentó en: implementar en el quehacer del salón de clases la modelación matemática de problemas del mundo real. Y la propuesta a los colegas fue mostrarles la enseñanza de la matemática en contexto. La metodología que utilizamos fue ensayar el curso con profesores y alumnos de los institutos tecnológicos de Pinotepa y Tlalnepantla.

**Palabras clave**—Mundo real, modelos matemáticos, enseñanza, contexto.

## Introducción

Cuando tenemos que hablar del uso de la matemática con aprendedores y facilitadores en las carreras de ingeniería, de inmediato surge la idea de que estamos frente un problema mayor de esta área. La praxis de la matemática, encuentra aplicaciones en la ingeniería y otras carreras de nivel Superior. Los ejemplos concretos que se presentan en este trabajo se realizaron con alumnos y profesores de los Institutos Tecnológicos de Tlalnepantla y Pinotepa. La mecánica se define como una rama singular de la Física que trata del movimiento o estados de los cuerpos del Mundo Real (MR). La dinámica que es la que nos ocupa, se clasifica en dos partes: la primera es llamada *cinemática*, que se ocupa del estudio de la geometría del movimiento; no analiza las causas del movimiento mientras que la segunda, se denota como *cinética*, que estudia a las relaciones entre las fuerzas que actúan en el cuerpo y el movimiento resultante. Como una introducción a la cinemática del movimiento, primero se deben definir los conceptos de velocidad y rapidez.

## Justificación del trabajo

La actividad de investigación en toda dirección que se desarrolla en el Instituto Tecnológico de Tlalnepantla en el Estado de México; está encaminada al cumplimiento de objetivos fundamentales, tales como: el abatimiento del alto índice de reprobación en las asignaturas de las ciencias básicas y, de forma particular en el sector de las matemáticas y el estímulo al profesorado de educación superior para que su esfuerzo en el campo de la investigación científica y su experiencia en la asignatura, se plasmen este tipo de trabajo que circulen entre el mayor número de colegas en el país y parte del mundo académico. Entre muchos de los propósitos de las políticas del trabajo educativo, está precisamente el de explorar por qué en la literatura existente en libros, adolecen de una buena relación entre el Discurso Matemático Escolar (DME) y, la casi nulidad de hacer prácticas en el laboratorio o como en este caso, en la pista de atletismo.

## Pregunta de Investigación

¿Los aprendedores, serán capaces de hacer corresponder la teoría de movimiento de la cinemática de con el cálculo en una variable?

## Objetivo

El objetivo de nuestra investigación se sustentó en: implementar en el quehacer del salón de clases, la modelación matemática de problemas del mundo real. Y la propuesta a los colegas fue mostrarles la enseñanza de la matemática en contexto.

<sup>1</sup> **Jesús López Sánchez** es Profesor en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla [lsjesus1492@gmail.com](mailto:lsjesus1492@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> **Roberto Hernández Tovar** es Profesor de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla y del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Estado de México, México. [robertohtovar@gmail.com](mailto:robertohtovar@gmail.com).

<sup>3</sup> **Teodoro Melchor Ceballos** es Profesor de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Estado de México, México [ceballos1492@yahoo.com.mx](mailto:ceballos1492@yahoo.com.mx).

<sup>4</sup> **David Huerta García** es Profesor de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Estado de México, México. [dhuerta@ittla.edu.mx](mailto:dhuerta@ittla.edu.mx)

<sup>5</sup> **Antonia López Sánchez** es Profesora de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca, México [shunashi\\_stine@hotmail.com](mailto:shunashi_stine@hotmail.com)

### Marco Teórico

Como una introducción a la cinemática del movimiento, primero se deben definir los conceptos de velocidad y rapidez.

#### Ecuaciones Fundamentales de Movimiento

**Velocidad.** La velocidad se define como el cambio de posición en el tiempo en el tiempo. Puesto que por cambio de posición de un cuerpo se entiende la distancia recorrida, esta definición de *velocidad* se redefinir como

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo}} \xrightarrow{\text{RA}} v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

En (1),  $v$  es la velocidad,  $s$  la distancia y  $t$  el tiempo transcurrido. P.ej. Demuestre que si un operador utiliza 2 horas en conducir un automóvil desde una ciudad lejana 180 kilómetros al este. Entonces la velocidad que desarrollo es de  $v = 90 \frac{km}{h}$ .

#### Demostración

##### Tesis

$$v = 90 \frac{km}{h} \quad (2)$$

$$v = \frac{s}{t} \equiv 90 \quad (3)$$

$$v = \frac{180}{2} \equiv 90$$

$$v = 90 \equiv 90 \quad (4)$$

Aplicamos la estructura algebraica de transitividad a (4), argumentando que si  $v = 90$  &  $90 \equiv 90$ ; entonces y sólo entonces

$$v \equiv 90$$

L. Q. D.

#### Cierre de la Demostración

Como un *corolario* de la demostración anterior, podemos asegurar que la tesis se cumple; i.e.  $v = 90 \frac{km}{h}$ .

#### Ecuaciones de Movimiento de la Ingeniería Mecánica Avanzada

Posición, velocidad y aceleración. Una partícula que se mueve a lo largo de una línea recta, afirmamos que se encuentra en Movimiento Rectilíneo (*MR*). Como consecuencia, en todo tiempo  $t$ , la partícula ocupará cierta posición sobre la línea recta. Por consiguiente, cuando conocemos el LG de la posición  $x$  de una partícula para todo  $t$ , aseguraremos que se conoce el M de la partícula. El comportamiento tendencial del movimiento lo expresamos con un MM sobre  $x$  y  $t|x = 2t^2 + 5t^3$ , o a través de una visualización gráfica de  $x(t)$ . Ahora, consideremos la posición  $P$  ocupada por l partícula en el tiempo  $t$  y la coordenada correspondiente  $x$ . Las unidades que se utilizan con frecuencia es el MKS.

La Velocidad Promedio (*VP*) de la partícula sobre el Espacio de Variación (*EV*) del tiempo  $\Delta t$ , se define como la razón entre el desplazamiento  $\Delta x$  y el EV de tiempo  $\Delta t$ , se definirá  $VP = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ . Mientras que la Velocidad Instantánea ( $v$ ) de la partícula en el instante  $t$  se desprende de la *VP* al seleccionar EV  $\Delta t$  y desplazamientos  $\Delta x$  cada vez más pequeños; i.e.  $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ; así, la VI se expresa también en  $\frac{m}{s}$  o  $\frac{ft}{\Delta ts}$ . El límite de la razón  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  es igual a la derivada

$v = \frac{dx}{dt}$ ; mientras que la aceleración promedio ( $a_p$ )  $\xrightarrow{R} a_p = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{m}{s} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{m \cdot 1}{s \cdot s} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{m}{s^2}$ . La aceleración

instantánea ( $a$ ), de la partícula en el instante  $t$  se obtiene de la aceleración promedio al seleccionar valores de

$\Delta t$  &  $\Delta v$ , cada vez más infinitamente pequeños; i.e.  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \xrightarrow{R} a = \frac{dv}{dt}$  o  $a = \frac{d \frac{dx}{dt}}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{dx}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$ .

Es posible obtener otro MM para la aceleración, cancelando la expresión diferencial  $dt \xrightarrow{R} a = v \frac{dv}{dx}$ .

Determinación del Movimiento de una Partícula (*DMP*). En la práctica, un M rara vez se le define a través de una relación entre  $x$  y  $t$ . Frecuentemente, las condiciones del M se especificarán por la clase de aceleración que posea la partícula. Clasificamos los movimientos en tres grandes Grupos:  $\aleph_1$ ,  $\aleph_2$  &  $\aleph_3$  (*leer x aleph subuno, dos y tres*). En el

**Grupo** –  $\aleph_1$ , la aceleración  $a = f(t)$  es una función dada de  $t$ . Al resolver  $a = \frac{dv}{dt}$  para  $dv$  y sustituir  $f(t)$  por  $a$ ,

obtenemos  $dv = a dt \xrightarrow{R} dv = f(t) dt$ ; aplicando al último MM el Operador de Integración (*OI*), tendremos  $\int [dv = f(t) dt] \xrightarrow{R} \int dv = \int f(t) dt$ .

Al sustituir las integrales abiertas por integrales cerradas; i.e., con espacios cerrados de variación (*límites*), correspondientes a las condiciones iniciales  $t = 0$  y  $v = v_0$  y las cotas superiores o límites  $t = t$  y  $v = v$ ,

obtendremos  $\int_{v_0}^v dv = \int_0^t f(t) dt \implies [\int dv]_{v_0}^v = [\int f(t) dt]_0^t$ , de donde  $\left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \int du=u:u=v}} dv \right]_{v_0}^v = \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \text{No tiene teorema que lo resuelva.}}} f(t) dt \right]_0^t$ ;

resolviendo tenemos que  $[v]_{v_0}^v = \int_0^t f(t) dt : v - v_0 = \int_0^t f(t) dt$ ; misma, que converge a  $v$  en función de  $t$ .

Entonces el MM  $\rightarrow v = \frac{dx}{dt}$  podrá resolverse ahora por  $dx$ , i.e.  $dx = v dt$  y el MM que hemos construido puede ser sustituido por  $v$ . Ambos lados se les aplica el operador de integración después, el lado izquierdo con respecto a  $x$  desde  $x = x_0$  hasta  $x = x$ ; mientras que el lado derecho respecto a  $t$  desde  $t = 0$  hasta  $t = t$ .

En el **Grupo** -  $\aleph_2$   $a = f(x)$ , la aceleración se extiende en función de  $x$ . Al reordenar el MM  $\rightarrow a = v \frac{dv}{dx}$  y, sustituir  $f(x)$  para  $a$  obtendremos  $v dv = a dx$  &  $v dv = f(x) dx$ , fácilmente podemos observar que cada lado tiene sólo una variable; por tanto, podemos integrar el MM. Así que, haciendo nuevamente  $v_0$  y  $x_0$ , se converge

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_{x_0}^x f(x) dx : \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \int u^n du = \frac{u^{n+1}}{n+1} : u=v \& n=1}} v dv \right]_{v_0}^v = \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \text{No tiene teorema que lo resuelva.}}} f(x) dx \right]_{x_0}^x = \int_{x_0}^x f(x) dx; \text{ resolviendo tenemos}$$

$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = \int_{x_0}^x f(x) dx$  que define a  $v$  en función de  $x$ . Finalmente resolvemos de  $v = \frac{dx}{dt}$  a  $dt = \frac{dx}{v}$ .

Sin embargo, en muchos casos esta última integración no puede efectuarse de manera analítica y necesariamente tendremos que recurrir a un Método de Integración Numérica (*MIN*).

En el **Grupo** -  $\aleph_3$   $a = f(v)$ , la aceleración está, en función de la  $v$ . Posiblemente si sustituimos  $f(v)$  por  $a$  el MM  $a = \frac{dv}{dt}$  o  $a = v \frac{dv}{dx}$  para obtener cualesquiera de los MM que se citan  $f(v) = \frac{dv}{dt}$ ,  $f(v) = v \frac{dv}{dx}$ ,  $dt = \frac{dv}{f(v)}$  &  $dx = \frac{v dv}{f(v)}$  la integración de la primer MM producirá correspondencia entre  $v$  y  $t$ ; mientras que la integración del segundo MM producirá una relación entre  $v$  y  $x$ . Cualquiera de estos MM podremos utilizarlos en reunión con  $v = \frac{dx}{dt}$  para obtener la relación entre  $x$  y  $t$  que singulariza el M de la partícula.

**Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU).** El MRU es una clase de M en línea recta que comúnmente se encuentra en las aplicaciones del Área de Ingeniería (*AI*) y el Sector Industrial y de Servicios (*SIS*). En este M, la aceleración ( $a$ ) de una partícula es cero para todo valor de  $t$ . Por tanto, la  $v$  es constante; i.e.  $v = \frac{dx}{dt} \xrightarrow{R} \frac{dx}{dt} = v =$  constante. Construimos el MM de la posición cuando integramos. P.ej., al significar  $x_0$  el valor inicial de  $x$ , obtenemos  $\int_{x_0}^x dx = v \int_0^t dt$ , mismo que resuelve como  $[\int dx]_{x_0}^x = v[\int dt]_0^t$

$$\implies \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \int du=u:u=x}} dx \right]_{x_0}^x = v \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \int du=u:u=t}} dt \right]_0^t ; \text{ de donde se desprende que } [x]_{x_0}^x = v[t]_0^t \xrightarrow{R} x - x_0 = vt. \text{ La restricción}$$

de este MM es sólo si la velocidad de la partícula es constante.

**Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).** El MRUA es otra clase de M. Aquí, la aceleración  $a$  de la partícula es constante, y el MM  $\rightarrow a = \frac{dv}{dt} \xrightarrow{R} \frac{dv}{dt} = a =$  constante. Por consiguiente, la  $v$  de la partícula se construye al integrar el MM; i.e.  $\int_{v_0}^v dv = a \int_0^t dt$ , mismo que se resuelve como  $[\int dv]_{v_0}^v = a[\int dt]_0^t$

$$\implies \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \int du=u:u=v}} dv \right]_{v_0}^v = a \left[ \int_{\substack{\downarrow \\ \int du=u:u=t}} dt \right]_0^t ; \text{ de donde se desprende que } [v]_{v_0}^v = a[t]_0^t \xrightarrow{R} v - v_0 = at. \text{ Al sustituir}$$

este MM por  $v$  construimos  $\frac{dx}{dt} = v_0 + at$ . Si  $x_0$  es el valor inicial de  $x$  e integrar, entonces  $\int_{x_0}^x dx = \int_0^t (v_0 + at) dt$

el cual converge sobre  $x - x_0 = v_0t + \frac{1}{2}at^2 : x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$ . También podemos utilizar el MM  $\rightarrow a = v \frac{dv}{dx} = cte$  y, escribir  $v dv = a dx$ , integrando tenemos  $\int_{v_0}^v v dv = a \int_{x_0}^x dx$  que converge a  $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ .

**Aplicación de la Teoría de la Física, Mecánica, Dinámica y Cinemática**

**Práctica (Realidad):** Los alumnos de Cálculo integral grupo P23 de la carrera Ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, realizaron una competencia de 90 m planos, para festejar el día del estudiante. Y los registros de tiempo que cada corredor se muestran en la tabla 1.

Distancia (m)	TIEMPO EN SEGUNDOS (s)									
	Corredor 1	Corredor 2	Corredor 3	Corredor 4	Corredor 5	Corredor 6	Corredor 7	Corredor 8	Corredor 9	Corredor 10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2.3	2.8	1.9	2.85	1.95	2.9	2.55	2.4	1.9	2.1
20	4.2	3.2	3	4.5	3.1	5.5	3.5	3.7	3.9	4
30	4.83	4.89	4.35	5.53	4.86	7.41	5.03	4.91	4.39	5.59
40	7.4	5.7	5.1	6.8	5.6	9.3	6.3	6.2	6.4	7
50	8.01	7.62	6.75	8.85	7.82	11.92	8.31	8.23	7.48	8.89
60	8.75	9.08	7.72	10.1	8.92	13.73	9.11	9.61	9	10.48
70	10.24	10.59	9.22	12.15	10.06	16.24	11.3	11.4	10.45	11.74
80	11.63	11.74	10.35	13.72	11.8	18.13	11.65	12.29	12.08	13.63
90	12.95	13.55	11.4	15.69	13.47	21.03	14.01	13.75	13.9	15.83

Tabla 1. Registros de tiempo que realizaron los corredores, en la competencia de 90 m planos a cada 10 metros de recorrido.



Figura 1. Corredor recorriendo 90 m planos, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tlalnepantla.

**Modelo físico:** La carrera de 90 m planos es un ejemplo de movimiento rectilíneo.

**Modelo matemático:** Ejemplo del caso del corredor 1.

CORREDOR 1			
Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Aceleración (m/s <sup>2</sup> )
0	0	0	0
2.3	10	4.347826087	1.890359168
4.2	20	4.761904762	1.133786848
4.83	30	6.211180124	1.285958618
7.4	40	5.405405405	0.73046019
8.01	50	6.242197253	0.779300531
8.75	60	6.857142857	0.783673469
10.24	70	6.8359375	0.667572021
11.63	80	6.878761823	0.591467053
12.95	90	6.94980695	0.536664629

Tabla 2. Muestra los cálculos de la velocidad y aceleración del corredor 1, en la carrera de 90 m planos a cada 10 m.

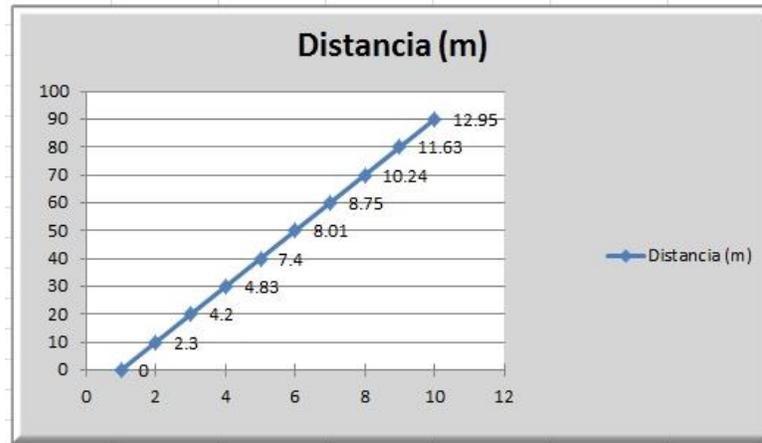


Figura 2. Diagrama (Tiempo-Distancia)

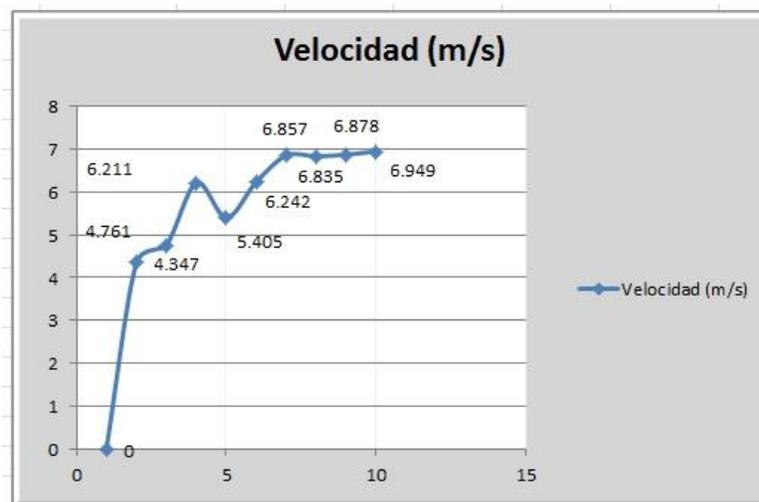


Figura 3. Diagrama (Tiempo-Velocidad)

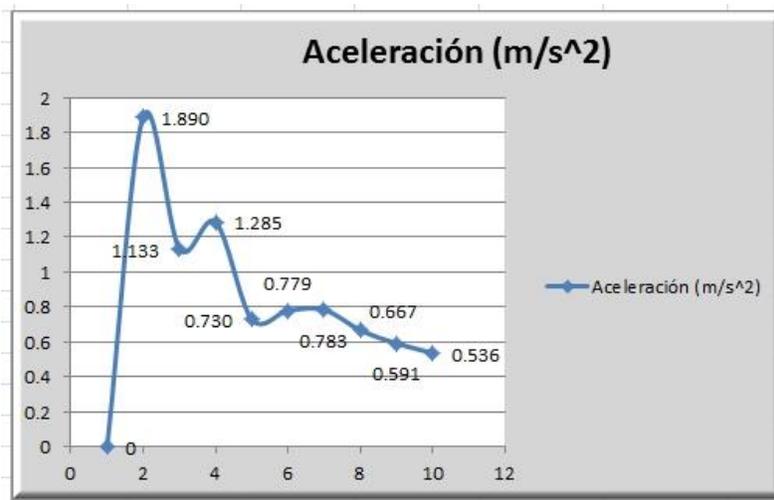


Figura 4. Diagrama (Tiempo-Aceleración)

En la tabla 2. se muestra los resultados del cálculo de la velocidad y aceleración del corredor 1, en la carrera de 90 m planos a cada 10 m y en las figuras: 2, 3 y 4; se muestran los diagramas: tiempo-distancia, tiempo-velocidad y tiempo-aceleración respectivamente.

#### Comentarios Finales

- CF1) Implementar la enseñanza de la matemática en contexto.
- CF2) Resolver problemas del mundo real, utilizando la modelación matemática.
- CF3) Incorporar una nueva didáctica para el aprendizaje de la Física y la matemática en un contexto donde el aprendedor participa activamente.

#### Referencias

- Beer, F. P. & Johnston JR, E.R. (2007). "**Mecánica Vectorial para Ingenieros: Dinámica.**" Octava edición. México. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Sears, W.F. & Zemansky, M.W. (1969). "**Física General**". Undécima edición. España. Editorial Adison Wesley Publishing Company. Aguilar, S.A
- Tijonov, A.N., Samarski, A.A. (1980). "**Ecuaciones de la Física Matemática**". Segunda edición Editorial Mir.

# La Matemática Avanzada: un estudio de caso sobre el Análisis Elástico de Sistemas Estructurales

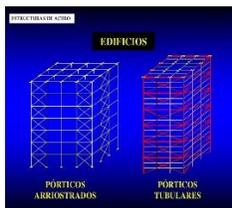
Antonia López Sánchez<sup>1</sup>, Ma. Del Carmen Domínguez Reyes<sup>2</sup>, Roberto Hernández Tovar<sup>3</sup>, Jesús López Sánchez<sup>4</sup> y Teodoro Melchor Ceballos<sup>5</sup>

**Resumen**—Este trabajo se realiza, para mostrarles a los *aprendedores* de la carrera de Ingeniería civil la importancia que tiene la utilización de la los Modelos Matemáticos (MM) de la Matemática Avanzada (MA), en el I.T. de Oaxaca; al estudiar la *competencia* de Plasticidad de los Sistemas Estructurales (PSE). **Objetivo**, el *aprendedor*, será capaz de dominar la utilización de la teoría de la MA, para el estudio del *Análisis Elástico de Sistemas* (AES) sobre esqueletos metálicos de acero, para la construcción de edificios y técnicas matemáticas que existen para su cálculo, con un nivel de aceptación del 100%. **Pregunta de investigación:** ¿mis alumnos, serán capaces de poder incorporar alguna de las MA en el AES, correctamente? **Metodología empleada:** presentar el anteproyecto al colegio de profesores, desarrollo de la investigación, análisis de resultados, elaboración del informe y reporte.

**Palabras clave**—Modelos matemáticos, análisis, ingeniería, sistemas estructurales.

## Introducción

Para el estudio del comportamiento de las estructuras; uno de los objetivos fundamentales del análisis global de portales, es determinar la distribución de los esfuerzos y los correspondientes desplazamientos de la estructura sometida a una carga dada. Por tanto, para alcanzar la meta, se requiere seleccionar paradigmas adecuados, y basados en una variedad proposiciones que incluyen tanto el comportamiento geométrico de la estructura, como el de sus elementos; tal como el comportamiento de las secciones y las uniones.



## Justificación

En estos tiempos de *tormentas* y *temblores* que están ocurriendo más en nuestro país que en otras partes del planeta, no sólo se requiere; sino que es urgente y necesario que los estudiantes de Ingeniería Civil (IC) e Ingenieros Arquitectos (IA), se preparen bajo la tutela de Ingenieros Investigadores del área; ya no se pueden improvisar *facilitadores* en el salón de clases; tal y como lo asegura Ceballos, T.M., et. al., en este mismo congreso.



## Objetivo

Los estudiantes de ingeniería civil, tendrán la capacidad para aprender la teoría formal de las asignaturas de matemáticas que contemple el Plan de esta Ingeniería en la que se están formando; resolviendo problemas de ingeniería y que se puedan aplicar en el Sector Industrial o de Servicios (SIS); que favorezcan la Producción de Satisfactores de Necesidades (PSN), considerando la Teoría Formal en el Área de Ingeniería (TFAI), adquirida con las asignaturas propias de su especialidad en el Plan Curricular correspondiente en el salón de clases.



<sup>1</sup> **Antonia López Sánchez** es Profesora de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca, México [shunashi\\_stine@hotmail.com](mailto:shunashi_stine@hotmail.com) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> **Ma. Del Carmen Domínguez Reyes** es Profesora de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Estado de México, México. [ing.quimica@gmail.com](mailto:ing.quimica@gmail.com)

<sup>3</sup> **Roberto Hernández Tovar** es Profesor de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla y del Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, Estado de México, México. [robertohtovar@gmail.com](mailto:robertohtovar@gmail.com)

<sup>4</sup> **Jesús López Sánchez** es Profesor de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Estado de México, México. [lsjesus1492@gmail.com](mailto:lsjesus1492@gmail.com)

<sup>5</sup> **Teodoro Melchor Ceballos** es Profesor de Ingeniería en el Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Estado de México, México [ceballos1492@yahoo.com.mx](mailto:ceballos1492@yahoo.com.mx)

### Pregunta de investigación

¿Mis alumnos, serán capaces de poder incorporar alguna de las MA en el análisis de la elasticidad de los sistemas estructurales correctamente y dominar el estudio del Cálculo a través de la resolución de *Problemas Proyecto* del área de ingeniería Civil que exige la globalización y lograr excelencia en la producción de satisfactores de necesidades, en el SIS?

### Metodología



Presentar al Grupo Colegiado del instituto, el anteproyecto de investigación, para su arbitraje, tener por escrito la autorización como Proyecto, inicio de la investigación, elaboración de un examen de diagnóstico, seleccionamos grupo de aprendedores de entre 19 y 20 años de edad para desarrollar la investigación, aplicación del examen diagnóstico, evaluación del examen, desarrollo de las actividades, segunda evaluación con aprendedores, evaluación, análisis de resultados, elaboración del informe correspondiente y entrega del mismo a las autoridades del institución.

### Marco teórico

#### Análisis Elástico de Sistemas Estructurales

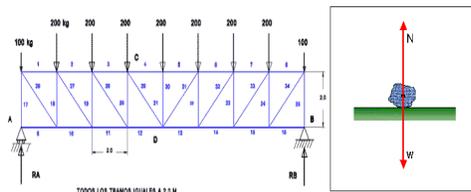
**Definición de estructural.** La forma geométrica que debe tener una *estructura*, necesariamente se fundamentará dependiendo de las funciones para la que se vaya a utilizar.

#### Clasificación de los Elementos Estructurales por Categorías

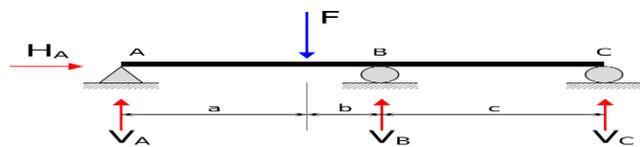
Elementos principales; tales como, pórticos principales, sus uniones y sus cimentaciones, que constituyen la vía para transmitir las cargas horizontales y verticales que actúan sobre el edificio al terreno, elementos secundarios: p.ej., vigas secundarias o correas, que transmiten las cargas a los elementos principales. y elementos que sólo transmiten cargas a los elementos principales o secundarios. Consideraremos, cierres, cubiertas y tabiques divisorios.

#### Técnicas Fundamentales de Análisis Elástico

Todos los Sistemas Estructurales (SE) que experimentan sólo deformaciones menores y están compuestos de materiales *linealmente elásticos*, son Sistemas de Ecuaciones Lineales. En esta dirección, el Principio de Superposición (PS) se le podrá aplicar a estas estructuras y entonces es cuando podremos asegurar que estaremos formando como la cimentación de dos de los métodos más eficientes para el Análisis de Sistemas Indeterminados (ASI).

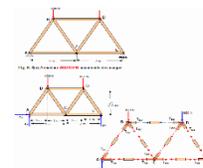


**Primer Método.** Todos sabemos que un sistema Estáticamente Indeterminado (EI), se reduce inicialmente a uno sólo uno, *determinado* cancelando reacciones o fuerzas internas innecesarias para sostener el equilibrio elástico. Luego, esas fuerzas superfluas se consideran externamente aplicadas y sus módulos se ajustan para para cumplir las restricciones de deformación anulado en sus puntos de aplicación.



Después de determinar las reacciones sobrantes, el sistema se redefine como estáticamente, y puede ser estudiado por características de resistencia o de rigidez con los métodos ya extendidos. Esta técnica, que es utilizado comúnmente, se denota como Método de las Fuerzas o Método de las Flexibilidades.

**Segundo Método.** Éste es mejor conocido como Método de los desplazamientos o de la rigidez. Los desplazamientos de los nodos de una *estructura* son analizados como el de las variables desconocidas. Aquí, el sistema se reduce a una serie de elementos cuyos nodos se suponen completamente acotados a grados de libertad de movimiento. Sin embargo, los nodos son liberados de forma que se cumplan las condiciones de equilibrio estático en cada nodo. Este método es tan flexible, que fácilmente se puede programar



**Problema del [Sector Industrial (SI)]**

Una compañía dedicada al ramo siderúrgico, se propone a producir vigas de diversa secciones transversales para la construcción de edificios, en su laboratorio para analizar el comportamiento de aceros especiales, efectúa pruebas de deflexión  $\Delta_{aP} = \theta_{ap} = \frac{-w_0L^3}{3EI}$  y  $\Delta_{bP} = \theta_{bp} = \frac{-5w_0L^4}{24EI}$ ; encontrando por resultados experimentales que los valores abiertos prestables de la teoría formal de los *coeficientes de flexibilidad* son  $f_{ab} = \frac{L^2}{4EI}$ ,  $f_{bb} = \frac{L^3}{6EI}$ ,  $f_{aa} = \frac{2L}{3EI}$  y  $f_{ba} = \frac{L^2}{4EI}$ ; para la producción de un lote de vigas con sección transversal en **I**, que ordena como cliente una constructora. Probar que las fuerzas de reacción provocadas por la superposición de una carga uniformemente repartida  $w_0$ ; i.e.  $R_a = X_a = M_a = 0.0714w_0L^2$  y  $R_b = X_b = 1.143w_0L$ . Suponga el  $EI$  para la viga es fijo; para que la estructura sea estable.

**Prueba:**

**Proposición.** Sea  $R_a = X_a$  y  $R_b = X_b$ .

**Tesis**  $\implies \begin{matrix} R_a = 0.0714w_0L^2 \\ R_b = 1.143w_0L \end{matrix}$  (1)

**Planteamiento sobre las consideraciones generales**

Lo primero que haremos será, una visualización gráfica del problema del SI

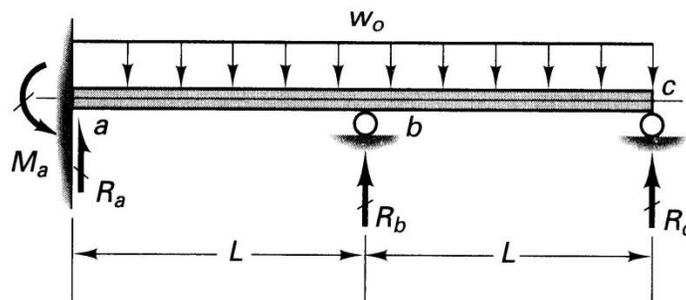


Figura 1. La viga de sección transversal en **I**, es *estáticamente indeterminada* de segundo grado, porque está unida sobre un apoyo fijo en *a* y dos de rodillo en *b* y *c*. Por lo cual, tiene dos esfuerzos innecesarios que cancelaremos por sugerencia de la teoría formal para poder efectuar la prueba que se pide. Así que desechar  $M_a$  y  $R_b$ , como se indica en visualización.

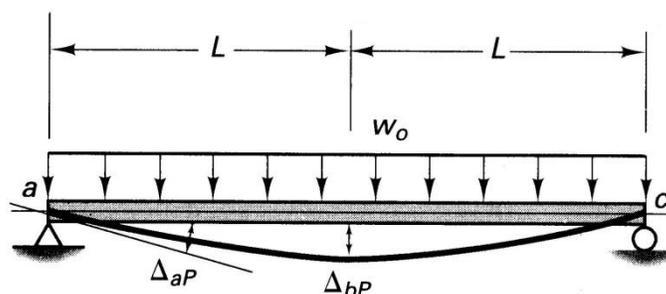


Figura 2. Los coeficientes de flexibilidad se calculan aplicando una fuerza unitaria sobre *b*, observe la figura 3.

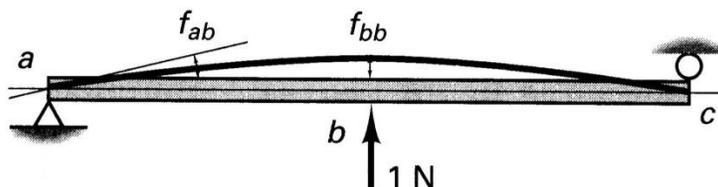


Figura 3. Rotación en a.

Evaluando la rotación en  $a$  y la deflexión en  $b$ . Finalmente, por datos del problema del SI, tenemos que  $f_{ab} = \frac{L^2}{4EI}$ ;  $f_{bb} = \frac{L^3}{6EI}$ ;  $f_{aa} = \frac{2L}{3EI}$  &  $f_{ba} = \frac{L^2}{4EI}$ .

**Observación.** Fácilmente puede comprobar que  $f_{ab} = f_{ba}$ .

De todo lo anterior, se converge a las ecuaciones simultáneas de desplazamientos sobre los apoyos en  $a$  y  $b$ ; i.e.  $\Delta_a = \theta_a = \Delta_{aP} + f_{aa}X_a + f_{ab}X_b = 0$  &  $\Delta_b = \theta_b = \Delta_{bP} + f_{ba}X_a + f_{bb}X_b = 0$ ; de donde se desprende

$$\begin{aligned} f_{aa}X_a + f_{ab}X_b &= -\Delta_{aP} \\ f_{ba}X_a + f_{bb}X_b &= -\Delta_{bP} \end{aligned} \quad (2)$$

Sustituyendo los valores abiertos de los coeficientes de flexibilidad y deflexiones en (2), obtenemos

$$\begin{aligned} \frac{2L}{3EI}X_a + \frac{L^2}{4EI}X_b &= \frac{w_0L^3}{3EI} \\ \frac{L^2}{4EI}X_a + \frac{L^3}{6EI}X_b &= \frac{5w_0L^4}{24EI} \end{aligned} \xrightarrow{R} \begin{bmatrix} \frac{2L}{3EI} & \frac{L^2}{4EI} \\ \frac{L^2}{4EI} & \frac{L^3}{6EI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_a \\ X_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_0L^3}{3EI} \\ \frac{5w_0L^4}{24EI} \end{bmatrix} \quad (3)$$

resolvemos (3), con el Teorema del Determinante Simétrico con Entrada Primaria (Ceballos, T.M., Jesús López Sánchez y Trujillo, R.S. 2003), observe

$$X_a = \frac{\begin{vmatrix} \frac{w_0L^3}{3EI} & \frac{L^2}{4EI} \\ \frac{5w_0L^4}{24EI} & \frac{L^3}{6EI} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{2L}{3EI} & \frac{L^2}{4EI} \\ \frac{L^2}{4EI} & \frac{L^3}{6EI} \end{vmatrix}} = \frac{\overset{EP}{\begin{vmatrix} \frac{w_0L^3}{3EI} & \frac{L^2}{4EI} & \frac{-w_0L^3}{3EI} \\ \frac{5w_0L^4}{24EI} & \frac{L^3}{6EI} & \frac{-5w_0L^4}{24EI} \end{vmatrix}}}{\overset{EP}{\begin{vmatrix} \frac{2L}{3EI} & \frac{L^2}{4EI} & \frac{-2L}{3EI} \\ \frac{L^2}{4EI} & \frac{L^3}{6EI} & \frac{-L^2}{4EI} \end{vmatrix}}} = \frac{\left(\frac{w_0L^3}{3EI}\right)\left(\frac{L^3}{6EI}\right) + \left(\frac{L^2}{4EI}\right)\left(\frac{-5w_0L^4}{24EI}\right)}{\left(\frac{2L}{3EI}\right)\left(\frac{L^3}{6EI}\right) + \left(\frac{L^2}{4EI}\right)\left(\frac{-L^2}{4EI}\right)} = 0.07143 \omega_0L^2. \quad (5)$$

Construimos los determinantes simétricos con Entrada Primaria (EP), sobre el argumento de (5) y resolvemos

La reacción  $X_b = R_b = 1.143 \omega_0L$ , se calcula de igual manera que  $X_a$ .

### Solución de la Matemática Pura

Como  $X_a = R_a$  &  $X_b = R_b$ ; entonces  $R_a = 0.07143 \omega_0L^2$   
 $R_b = 1.143 \omega_0L$ .

### Solución del Sector Industrial

Como la tesis se cumple, la prueba que se realiza en el laboratorio de la empresa se satisface y, como una consecuencia, se podrán producir las vigas de sección transversal tipo **I**, bajo las restricciones que se indicaron.

### Comentarios Finales

**CF1)** Nuestro trabajo está, orientado a contemplar la utilización de los Modelos Matemáticos de la MA, en la competencia AESE de la Ingeniería Civil.

**CF2)** El álgebra lineal, forma parte de la Matemática Avanzada (MA).

**CF3)** Su utilización en el Análisis Elástico de los Sistemas Estructurales (AESE), agilizan la convergencia de los resultados.

### Referencias

Lluis Puebla, E. (1997). "Álgebra Lineal: álgebra multilineal y k-teoría algebraica clásica," Primera edición. México. Editorial Sistemas Técnicos de Edición, S. A. de C. V.

Popov, E. P. & Balan, T. A. (200). "Mecánica de Sólidos, " Segunda edición. México. Addison Wesley Longman México, S.A. de C.V.

# La tutoría en educación superior: el caso de una institución privada

Mte. MDCS. Alma Dinora Lozoya Angulo<sup>1</sup>, Dra. Irma Osuna Martínez<sup>2</sup>,  
Mte. MDCS. Carolina Zazueta Robles<sup>3</sup>, Dra. Carlota Leticia Rodríguez<sup>4</sup>

## Área temática: Educación

**Resumen:** El objetivo de esta investigación fue conocer el programa tutorial de la Universidad San Sebastián, Culiacán Sinaloa, específicamente identificar la población estudiantil atendida, el motivo de atención y el resultado de tutoría. El método utilizado fue descriptivo de tipo transversal con diseño fenomenológico, para la obtención de datos se aplicó una entrevista estructurada de 6 ítems a 13 alumnos de 5to semestre de la Licenciatura en Psicopedagogía, ciclo escolar 2017-2018, así como entrevista estructurada de 7 ítems a tutora y de 5 ítems a coordinadora académica. El análisis de datos se realizó usando programa estadístico IMB SPSS versión 22.0. Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva (promedios, desviación estándar, distribución de frecuencias y porcentajes). Los resultados muestran que el 84.6% de los alumnos son conscientes de sus problemas y de cómo estos influyen en su rendimiento escolar, sin embargo, el 53.8 % ha solicitado el apoyo de tutoría, describen la experiencia como buena, les ha ayudado a resolver su situación problemática.

**Palabras clave:** Calidad educativa, acompañamiento escolar, educación superior.

## Introducción.

La tutoría ha estado presente en diferentes épocas, espacios formativos y niveles educativos, tanto nacionales como internacionales, y se ha considerado que contribuye a la formación integral del alumnado (Obaya y Vargas, 2014). El Consejo de la Unión Europea sostiene que los sistemas de educación y de formación deberían adecuarse y evolucionar de modo que proporcionen las competencias que todas las personas deberían poseer, refieren Lobato y Guerra (2016).

El autor antes mencionado indica que, en México, la Asociación Nacional de Instituciones de Educación Superior (ANUIES) formuló, como uno de los programas estratégicos para el desarrollo del sistema de educación superior (ES), el programa de desarrollo integral de estudiantes. Dentro de este programa, se formula la tutoría como una de las herramientas institucionales orientadas al mejoramiento de la calidad de dicho nivel formativo. Como resultados, surgen los programas institucionales de tutoría. Así, la Secretaría de Educación Pública introduce las políticas de tutoría dentro de los planes nacionales de la educación superior, imponiendo la obligatoriedad de la tutoría de modo particular.

Sobre la base de las consideraciones anteriores Aguilar, (2012, p. 106) expresa que “a partir del año 2000, se expidieron las Políticas de Operación del Modelo Educativo del Sistema de Universidades Tecnológicas, fue entonces que se hizo explícito: Impulsar estrategias para desarrollar un modelo de tutorías que apoye la formación integral del alumnado”.

La tutoría se trata de un proceso de acompañamiento de tipo personal y académico, se inscribe como una función que sucede a lo largo del proceso formativo, implica que se deben analizar los obstáculos y dificultades que afectan toda la trayectoria del alumno, tales como deserción, rezago y eficiencia terminal, la tutoría se asume como una función educativa relacionada con lo que genéricamente podemos englobar como educación integral. (Lara, 2009)

En el mismo sentido, Romero y Sandoval (2014) expresan que la tutoría es el acompañamiento, seguimiento, motivación y apoyo del proceso de aprendizaje del estudiante para mejorar el rendimiento académico, solucionar problemas escolares, desarrollar hábitos de estudio, trabajo, reflexión y convivencia social, se concreta mediante atención personalizada a un estudiante o grupos reducidos, por parte de docentes capacitados para desempeñarla. Así como también pretende orientar y dar seguimiento al desarrollo de los estudiantes, lo mismo que apoyarlos en los aspectos cognitivos y afectivos del aprendizaje y, en su caso, canalizarlos a las instancias en las que pueda recibir una atención especializada con el propósito de resolver problemas que pueden interferir en su crecimiento intelectual y emocional.

<sup>1</sup> Estudiante de MDCS, Universidad Autónoma de Sinaloa Docente en Universidad San Sebastián almadinora23@gmail.com. (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Docente de la Maestría en Docencia en Ciencias de la Salud y de la Facultad de Medicina de la UAS, mimaosuna@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de MDCS, Docente de la licenciatura en Medicina Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Sinaloa, carito\_407@hotmail.com

<sup>4</sup> Docente de la Maestría en Docencia en Ciencias de la Salud, letyr@uas.edu.mx

Así mismo Mazabel y Tamayo (2014) argumentan que un alumno que se sabe acompañado y escuchado, mostrará interés por responsabilizarse de su proceso de aprendizaje y al observar el resultado valorará su desempeño.

En cuanto al docente, Romo (2011) menciona que la propia UNESCO (1998) identifica entre sus diversas responsabilidades la de proporcionar, cuando proceda, orientación y consejo, cursos de recuperación, formación para el estudio y otras formas de apoyo a los estudiantes, comprendidas las medidas para mejorar sus condiciones de vida. En tal sentido “una universidad que responda a la tradición universitaria y a las necesidades y características del siglo XXI exige una revisión de la figura del tutor, en sus diversas modalidades”. (Álvarez y Martínez, 2002, p. 275)

En el contexto de educación superior, y específicamente en la Universidad San Sebastián, se visibilizan situaciones que demeritan la calidad educativa y la formación integral del alumno, algunas éstas son inasistencias y retardos, con mayor frecuencia cuando la clase inicia a las 7:00 de la mañana, constantemente los estudiantes se presentan sin lecturas previas o sin la actividad extra clase, algunos de ellos muestran dificultad para relacionarse con sus compañeros, en ocasiones también se observan problemas de socialización con docentes y personal administrativo, o con alumnos de contextos donde realizan prácticas educativas propias de su formación.

Es evidente la apatía y falta de interés para participar, presentan trabajos con especificaciones básicas o no muestran compromiso en entregarlos en tiempo y forma, se expresan negativamente de algunos maestros en cuanto a la forma de impartir la clase, llegando a mencionar que no dominan el tema o que no están actualizados, se confunden con las materias, mencionan que dejarán la escuela, hacen comparaciones con el currículum de otras universidades y demandan que se les impartan otras materias.

Ocasionalmente algunos alumnos salen de clase llorando, a veces el estudiante comparte su situación emocional al grupo, o piden ser atendidos por el docente fuera del aula, buscan orientación, así como apoyo psicológico dentro de la institución educativa por situaciones personales, además de índole educativa.

Ante estas circunstancias con los alumnos en proceso de enseñanza y de aprendizaje se considera necesario y relevante conocer ¿cómo se brinda un acompañamiento al alumno en el trayecto educativo y formativo en la Universidad San Sebastián, para apoyar en la solución de la problemática expuesta?

Después de las consideraciones anteriores, Gairín, Feixas, Guillamón, y Quinquer (2004, p. 65) refieren que “el profesor universitario, en la nueva perspectiva, debe dejar de ser un mero transmisor de conocimientos y dedicar una gran parte de su actividad docente a guiar y orientar al estudiante en su itinerario formativo, principalmente académico, pero también profesional y personal”.

Así mismo, Aguaded y Monescillo (2013, p. 169) consideran que “La figura del profesor tutor debe de desprender un talante humano que inspire confianza e invite al alumnado a participar en la tutoría por considerarla un espacio que pueda servirle de ayuda a lo largo de su paso por la universidad”.

Sin embargo, la tutoría es responsabilidad de la institución y del docente, pero se reconoce como un derecho del estudiante, quien debe apropiarse de la tutoría como una experiencia de crecimiento personal que, junto con otros apoyos contribuya a elevar el aprovechamiento escolar en asignaturas de alto índice de reprobación y a disminuir la deserción, refieren Aguirre et al. (2017).

Para concluir, Narro y Arredondo (2013) argumentan que la implantación de un sistema de tutoría en escuelas y programas educativos requiere contar con propósitos definidos y con un proyecto educativo claro, además expresan que implica también formar a los profesores para ejercer adecuadamente las labores de tutoría y atender a los estudiantes de una forma integral.

### **Descripción del método**

El método utilizado fue descriptivo de tipo transversal con diseño fenomenológico: Para la obtención de los datos se aplicó una entrevista estructurada de 6 ítems a 13 alumnos de 5to semestre de la Licenciatura en Psicopedagogía en la Universidad San Sebastián, ciclo escolar 2017-2018, así como una entrevista estructurada de 7 ítems a la tutora y de 5 ítems a la coordinadora académica. El análisis de los datos se realizó usando el programa estadístico IMB SPSS versión 22.0. Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva. (Promedios, desviación estándar, distribución de frecuencias y porcentajes).

### **Comentarios finales.**

#### *Resumen de resultados*

Durante la entrevista, la tutora de la Universidad San Sebastián menciona que las funciones generales y específicas del tutor son: - “el monitoreo de los alumnos con respecto a inasistencias, situaciones especiales con maestros y compañeros de grupo, intereses que se puedan desarrollar en diferentes áreas de la vida universitaria. En específico, el trabajo se focaliza con los estudiantes que muestran inasistencias recurrentes, conductas que no favorecen su aprovechamiento académico y la revisión de situaciones personales que incidan en su desempeño académico”.

Así mismo expresa que “se atienden dos grupos de estudiantes, un grupo caracterizado por los alumnos que presentan una situación irregular en asistencias, entregas de trabajos, bajas calificaciones, actitudes no favorables. El segundo grupo se caracteriza por alumnos que se acercan con interés por realizar actividades que aporten beneficio para la comunidad estudiantil, asesorías con maestros, dudas de procesos académicos”. En relación al motivo y resultado de la tutoría argumenta que -“por lo general los alumnos no solicitan tutoría, nos acercamos a ellos cuando existe una situación como las antes mencionadas, sin embargo, si hay momentos en que algunos alumnos se acercan solicitando atención para manifestar una situación personal, se atiende al alumno brindándole un espacio para que manifieste su situación, ante la cual se le brinda información para que atienda la problemática-”

En relación a la planeación que se realiza en tutoría refiere que -“es semestral con cortes quincenales, se atiende a los alumnos que muestran un incremento en inasistencias, pocas entregas de trabajos y bajas calificaciones en exámenes. Para las personas que se acercan con situaciones personales, no se programan sesiones de atención, sin embargo, se busca a la persona para actualizar la información sobre la atención que le dio a su proceso. Se evalúa constantemente en revisión de casos, la dirección académica de la universidad mantiene constante comunicación con el área para analizar y dar seguimiento a los casos. El principal logro es la reducción de exámenes extraordinarios por inasistencias, el aumento del promedio general de los alumnos y lograr un menor índice de bajas escolares”-.

La tutora finaliza la entrevista comentando que, los principales obstáculos que ha encontrado para desarrollar eficientemente su labor como tutor académico es -“la resistencia de los alumnos a desarrollar hábitos para cumplir con los requerimientos de la universidad y sobre todo, al momento de atender situaciones donde los alumnos deben comprometerse a cumplir con las indicaciones, lograr que comprendan e incorporen nuevas formas de trabajo y se responsabilicen de sí mismos”-.

En la misma línea de investigación, la coordinadora académica en la entrevista responde que las funciones generales y específicas del tutor son “-apoyo psicopedagógico, tales como identificación y atención de alumnos con situaciones académicas (inasistencias y bajas calificaciones), atención a alumnos remitidos con problemas de actitud, seguimiento de alumnos con situaciones familiares y personales que afectan en su rendimiento físico y académico, atención de prospectos para inscripción, integración del expediente del alumno de nuevo ingreso, aplicación de cuestionarios de hábitos de estudio, competencias genéricas, test de estilos de aprendizaje y pruebas psicométricas como parte de la integración del expediente, atención y apoyo a maestros con situaciones complicadas de alumnos , atención a crisis con alumnos y maestros, apoyo logístico a maestros y alumnos-”.

En relación a la población estudiantil que ha sido atendida por el programa tutorial argumenta que “-son alumnos de todas las carreras, principalmente los alumnos con una situación académica complicada y que además tienen situaciones familiares o personales”-.

De los principales motivos que se registran en coordinación académica por los que los alumnos solicitan tutoría son “-por situaciones personales y familiares complicadas y que se reflejan en su rendimiento académico, al final, se le da seguimiento haciendo la sugerencia de que asista con un psicoterapeuta, monitoreando su asistencia y rendimiento escolar”-.

En relación a la evaluación del programa tutorial menciona que “-se hace un monitoreo y seguimiento constante sobre casos de alumnos con situaciones especiales, todo se lleva registrado en expediente físico y digital”.

Finalmente, la coordinadora académica comenta que- “los maestros están en constante comunicación con la tutora o con la coordinadora académica en cuanto a situaciones que competen al área de tutoría, la encargada propicia los encuentros con los maestros cuando existe una situación que requiera apoyo psicopedagógico con un alumno-”.

Por otra parte, los resultados del análisis de los datos obtenidos de las respuestas dadas por los alumnos, se presentan en las siguientes tablas, tomando en cuenta que el instrumento se estructuró en 6 ítems.

Ítems número uno *¿Durante tu permanencia en el programa educativo has presentado algún problema personal (psicológico, de salud, familiar, económico o emocional) que haya influido en tu desempeño escolar?*, el 84.6% refiere que si ha presentado algún problema que haya influido en su desempeño escolar (Ver tabla 1). Mientras que el 15.4 % muestran que no.

**Tabla 1.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido no	2	15.4	15.4	15.4
si	11	84.6	84.6	100.0
Total	13	100.0	100.0	

Ítems número dos *¿Has solicitado el apoyo de tutoría?*, el 53.8% responde haber solicitado apoyo de tutoría (Ver tabla 2). El 46.2 % no solicita este servicio.

**Tabla 2.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido no	6	46.2	46.2	46.2
si	7	53.8	53.8	100.0
Total	13	100.0	100.0	

Ítems número tres ¿Por qué motivo solicitaste el servicio tutorial?, el 46.2% refiere haber solicitado por dificultad académica, (Ver tabla 3) un 7.7 % por problemas personales y, la misma cantidad refiere no haber solicitado el servicio.

**Tabla 3.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Dificultad académica	6	46.2	46.2	46.2
Problema personal	1	7.7	7.7	53.8
No he solicitado	6	46.2	46.2	100.0
Total	13	100.0	100.0	

Ítems número cuatro ¿Durante cuántos periodos (Semestres) has trabajado con tu tutor?, el 46.2% responde que cero días, mientras que el 23% señala que por un semestre (Ver tabla 4). el 15.4% de uno a tres días, el 7.7 % por semana y por mes respectivamente, y el 23.1 % cada seis meses.

**Tabla 4.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 0 día	6	46.2	46.2	46.2
1-3 días	2	15.4	15.4	61.5
1 semana	1	7.7	7.7	69.2
1 mes	1	7.7	7.7	76.9
6 meses	3	23.1	23.1	100.0
Total	13	100.0	100.0	

El ítem número 5, Describe tu experiencia con tutoría, el 46.2% señala que su experiencia fue buena y el 38.5% no ha tenido experiencia en tutoría (Ver tabla 5). Mientras que el 7.7 % adujo buenas y malas experiencias y la actitud de la tutora no favorece respectivamente.

**Tabla 5.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Buena, me ayudó	6	46.2	46.2	46.2
Buenas y malas experiencias.	1	7.7	7.7	53.8
La actitud de la tutora no favorece	1	7.7	7.7	61.5
No tengo experiencia	5	38.5	38.5	100.0
Total	13	100.0	100.0	

Ítems número seis ¿Consideras importante el programa de tutorías?, el 92.3% considera importante el programa de tutoría (Ver tabla 6), el 7.7 % contestó que es importante para algunas personas.

**Tabla 6.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	12	92.3	92.3	92.3
Si, para algunas personas	1	7.7	7.7	100.0
Total	13	100.0	100.0	

Los resultados muestran que los alumnos son conscientes que han presentado algún problema que afecte su desempeño académico, sin embargo, no todos han solicitado tutoría en el plantel educativo, los que sí han tenido la experiencia de apoyo tutorial comentan que ha sido buena, y mencionan que es importante el programa de acompañamiento académico. Cabe señalar que solo un alumno de la muestra refiere que en su experiencia con tutoría la actitud de la tutora no favorece.

### Conclusión.

En educación superior, el desafío es responder a las necesidades que demanda la sociedad, por lo que el compromiso es ofrecer una educación de calidad y formación integral al alumno. En la Universidad San Sebastián los estudiantes cuentan con un programa de tutorías que les ofrece acompañamiento en su formación universitaria, los principales motivos encontrados en esta investigación por los que el alumno solicita tutoría son por dificultad académica, por lo que es importante el acompañamiento en el proceso formativo para lograr que el estudiante culmine sus estudios, mostrando competencias integrales para su ejercicio profesional, incluida la confianza en él y la habilidad para interactuar en diferentes contextos sociales.

### Recomendaciones

Si bien esta institución de educación superior cumple con criterios para ofrecer una educación de calidad con el programa de tutorías, es necesario atender percepciones que señalan que la actitud de la tutora no favorece, así como implementar estrategias donde los alumnos soliciten el servicio, ya que la mayor parte de los estudiantes entrevistados son conscientes de que durante su permanencia en el programa educativo han presentado algún problema personal (psicológico, de salud, familiar, económico o emocional) que ha influido en su desempeño escolar. Además, las experiencias rescatadas por alumnos que ya han recibido el apoyo de tutoría en general la describen como buena, por lo que el reto es continuar y fortalecer el programa de tutorías mediante un trabajo colegiado.

### Referencias.

- Aguaded, M., y Monescillo, M. (2013). "Evaluación de la tutoría en la universidad de Huelva desde la perspectiva del alumnado de psicopedagogía: propuestas de mejora". Tendencias pedagógicas nº 21. Recuperado de: [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/12393/60190\\_12.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/12393/60190_12.pdf?sequence=1)
- Aguilar, J. (2012). "Las tutorías en las universidades tecnológicas y en la UT de Tijuana. La configuración de la tutoría en la Universidad Tecnológica de Tijuana: narrativas docentes". Revista de la Educación Superior, vol. XLI, núm. 164, octubre-diciembre, 2012, pp. 99-121 Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior Distrito Federal, México.
- Aguirre, E. L., et al. (2017). "La tutoría como proceso que fortalece el desarrollo y crecimiento personal del alumno". Inv Ed Med. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.riem.2017.01.152>
- Álvarez, V. y Martínez, A. (2002). "Calidad de las universidades y orientación universitaria". Colección orientación, Universidad de Almería. Ed. Aljibe, Málaga.
- Gairín, J., Feixas, M., Guillamón, C., y Quinquer, D. (2004). "La tutoría académica en el escenario Europeo de la educación superior". Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 18 (1), 61-77. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/274/27418105/>
- Lara, B. (2009). "La tutoría académica en educación superior: modelos, programas y aportes. El caso del centro universitario de ciencias de la salud". Colección, producción de cuerpos académicos y sistema nacional de investigadores. Unidad editorial del centro universitario de ciencias de la salud. Universidad de Guadalajara. México.
- Lobato, C., Guerra B, y Nagore (2016). "La tutoría en la educación superior en Iberoamérica: Avances y desafíos". EDUCAR, vol. 52, núm. 2, 2016, pp. 379-398 Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/3421/342146063009.pdf>
- Mazabel, D. y Tamayo, V. (2014). "Importancia de la tutoría en la educación superior en México: favorecer espacios de proyección y libertad" en Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo, julio 2014, Recuperado en <http://atlante.eumed.net/tutoria-educacion-mexico/>
- Narro, J., y Arredondo, M. (2013). "La tutoría Un proceso fundamental en la formación de los estudiantes universitarios". Perfiles educativos. vol. XXXV, núm. 141, 2013. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185269813718397>
- Obaya, A. y Vargas, Y. (2014). "La tutoría en la educación superior". INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. Educ. quím., 25(4), 478-487, 2014. © Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X Recuperado en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v25n4/v25n4a12.pdf>
- Romero, F.; Chávez, R. y Sandoval, K. (2014). "Las tutorías como estrategia de fortalecimiento en el nivel superior". Ra Ximhai, enero - junio, 2014/Vol. 10, Número 3 Edición Especial Universidad Autónoma Indígena de México Mochichahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 75- 86

- Romo, A. (2011). "*La tutoría. Una estrategia innovadora en el marco de los programas de atención a estudiantes*". México, D.F.: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, Dirección de Medios Editoriales, 2011. 123 p. – (Colección Cuadernos Casa ANUIES)
- UNESCO (1998). "*Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y acción, en Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*". Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001163/116345s.pdf>

# Intervención desde el aprendizaje colaborativo para la formación integral en educación superior

Mte. MDCS. Alma Dinora Lozoya Angulo<sup>1</sup>, Mte. MDCS. Yukaren Lizeth Nuñez Chaidez<sup>2</sup>,  
MC. Esmeralda Alvarado Félix<sup>3</sup>, Dr. Juan Ruiz Xicoténcatl<sup>4</sup>

## Área temática: Educación.

**Resumen:** El objetivo de investigación fue implementar el aprendizaje colaborativo para conocer el desarrollo, formación, construcción y aprendizaje de competencias psicosociales y cognitivas en los estudiantes en la unidad de discapacidad intelectual. El método utilizado fue cualitativo, con diseño fenomenológico. La muestra fueron 12 estudiantes de segundo semestre de la Licenciatura en Psicopedagogía en la materia teoría y problemas de aprendizaje. Se implementaron dos estrategias de aprendizaje colaborativo: rompecabezas y estudio de caso. Para la obtención de los datos se llevó a cabo la observación participante, rubricas para la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación, así como reflexión de la experiencia. El análisis de los datos se realizó usando el programa estadístico IMB SPSS versión 22.0. Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva. Los resultados muestran que el aprendizaje colaborativo favorece la construcción y formación de la competencia cognitiva, así como el desarrollo de la competencia psicosocial.

**Palabras clave:** Metodologías activas, aprendizaje colaborativo, competencias, formación integral.

## Introducción.

En la educación superior, los esfuerzos encaminados a elevar la pertinencia, el impacto y la optimización de todo el proceso están estrechamente ligados al fortalecimiento de la eficiencia, la eficacia, la efectividad y la expectabilidad del proceso de formación de los profesionales lo que significa mejorar su respuesta a las necesidades de la sociedad, su relación con el sector productivo, asistencial y de servicios, así como su contribución a un desarrollo humano sustentable (Valera, 2010).

Tobón (2013) refiere que el enfoque socioformativo tiene como propósito esencial facilitar el establecimiento de recursos y espacios para promover la formación humana integral y, dentro de esta, la preparación de personas con competencias para actuar con idoneidad en diversos contextos, tomando como base la construcción del proyecto ético de vida, el aprender a emprender y la vivencia cultural, considerando las dinámicas sociales y económicas.

En el mismo orden de ideas de aprendizajes, Serna, Díaz, Betancur, y Pino (2013, p.15) indican que “las competencias son el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores cuya aplicación en el trabajo se traducen en un desempeño superior que contribuye al cumplimiento de los objetivos clave del proceso pedagógico. Son los comportamientos que evidencian un desempeño superior”.

También Silva y Maturana (como se cita en UNESCO, 2004) refieren que centrar el aprendizaje en el estudiante, requiere una acción docente con enfoque en el aprendizaje en lugar de la enseñanza. El profesor adquiere las competencias para crear y orquestar ambientes de aprendizaje complejos, incorporando a los alumnos en actividades donde puedan construir el conocimiento en ambientes de interacción social y personal; fomentando la colaboración, la reflexión, el análisis y la crítica con capacidad para rentabilizar los diferentes espacios en donde se produce el conocimiento. Para Serna y Díaz (2013, p. 22) una metodología activa es “el proceso que indica que, para realizar un aprendizaje significativo, el alumno debe ser el protagonista de su propio aprendizaje, mientras el docente asume el rol de facilitador de este proceso”.

De igual manera, Roselli (2011, p. 179) refiere que “el aprendizaje colaborativo involucra también al docente, o sea a todo el contexto de la enseñanza (comunidad de aprendizaje). No se trata, pues, de la aplicación circunstancial de técnicas grupales, sino de promover el intercambio y la participación de todos en la construcción de una cognición compartida”. En relación al aprendizaje colaborativo Lillo (2013, p.112) expresa que “el aprendizaje que busca generar este método no se da necesariamente de forma natural al dar la instrucción o tarea a un grupo de alumnos, ya que debe existir a la base una intencionalidad que dé paso, a través del trabajo en equipo, al aprendizaje deseado o planificado”. Cabe agregar que la formación universitaria logrará que sus estudiantes alcancen aprendizajes

<sup>1</sup> Estudiante de MDCS, Universidad Autónoma de Sinaloa Docente en Universidad San Sebastián almadinora23@gmail.com. (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Estudiante de MDCS, Universidad Autónoma de Sinaloa, yukarenlizeth@gmail.com

<sup>3</sup> Docente de la Maestría en Docencia en Ciencias de la Salud y de la Facultad de Medicina de la UAS, esmeralda.alf@gmail.com

<sup>4</sup> Docente de la Maestría en Docencia en Ciencias de la Salud y de la Facultad de Medicina de la UAS rocabol@hotmail.com

profundos y estables en el tiempo, si promueve la construcción colaborativa de los aprendizajes, integrando los conocimientos previos y situando las experiencias de aprendizaje. Lograrlo requiere en primer lugar que los profesores aprecien la naturaleza de esta concepción sobre el aprendizaje y en segundo lugar, el más importante, que planifiquen la enseñanza considerando esta transformación. (Silva y Maturana, 2017)

En la Universidad San Sebastián (USS) desde su modelo pedagógico constructivista humanista, establece como objetivo de la Licenciatura en Psicopedagogía formar profesionales capaces de facilitar el desarrollo de las personas con base en su perfil educativo, así como capaces de generar propuestas y estrategias innovadoras para el diseño, planeación, realización y evaluación del aprendizaje, en el marco de los diversos enfoques educativos, con énfasis en el de competencias. (USS, 2017)

El psicopedagogo, requiere la habilidad de escucha, empatía, respeto, comunicación, interacción; realizar una práctica profesional con alumnos, padres, docentes, directivos, con otros profesionales de educación y de la salud, para evaluación, diagnóstico, canalización y seguimiento. La práctica psicopedagógica implica habilidades psicosociales y cognitivas para atender personas en ámbitos educativos y sociales. En el grupo de segundo semestre en formación psicopedagógica, de la Universidad San Sebastián, se observa ausentismo, retardos, alumnos que se presentan sin lecturas previas o sin la actividad extra clase, individualismo, falta de empatía para entender el ritmo de aprendizaje de los compañeros, algunos estudiantes muestran dificultad para relacionarse dentro del grupo, se mantienen receptivos con dificultad para involucrarse en la dinámica de la clase, también muestran limitaciones para argumentar aprendizajes previos. Para atender las debilidades antes planteadas es necesario que el docente utilice estrategias didácticas donde el alumno participe activamente en la construcción de aprendizaje, así mismo en el desarrollo y formación de competencias, una estrategia que posibilita la enseñanza activa es el aprendizaje colaborativo. Ante estas circunstancias con los alumnos en proceso de enseñanza y de aprendizaje se considera necesario y relevante conocer ¿Cuál es la influencia del aprendizaje colaborativo para el desarrollo de competencias psicosociales y cognitivas en los estudiantes en la unidad de aprendizaje discapacidad Intelectual?

### Descripción del método.

El método fue cualitativo, diseño fenomenológico, la muestra fueron 12 estudiantes de la Universidad San Sebastián, de segundo semestre de la Licenciatura en Psicopedagogía, en la materia teoría y problemas de aprendizaje, unidad discapacidad intelectual. Se implementaron dos estrategias de aprendizaje colaborativo: rompecabezas y estudio de caso, en ambas estrategias se integraron los alumnos en grupos de 4 integrantes, para la obtención de los datos se utilizó el formato de Díaz Barriga y Hernández (2010) con los siguientes criterios: novato 1 punto, en desarrollo 2 puntos, avanzado 3 puntos, experto 4 puntos, de igual manera se utilizó el formato tipo Likert en una escala de 1 a 4, donde 1 es insuficiente, 2 suficiente, 3 es bien, y 4 es excelente; también se obtuvieron datos de la reflexión de la experiencia. El análisis de los datos se realizó usando el programa estadístico IMB SPSS versión 22.0. Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva.

### Comentarios finales.

#### *Resumen de resultados*

En este apartado se realiza un análisis de los datos obtenidos en la heteroevaluación, así como en la autoevaluación y en la coevaluación.

Tabla H1. Heteroevaluación.

Criterio	Cualidad	Equipo1 Nivel	Equipo 2	Equipo 3
Responsabilidad compartida	La responsabilidad de la tarea fue siempre compartida por todos los integrantes del equipo.	Experto	Experto	Experto
Calidad de la interacción entre los participantes del equipo	Excelentes habilidades para escuchar y compartir ideas y opiniones de todos los integrantes. Toma decisiones razonables y compartidas por todos.		Experto	
	Escucha atenta y discusiones animadas, centradas en la tarea, entre la mayoría de los integrantes. Toma de decisiones razonada entre la mayoría.	Avanzado		Avanzado
Cumplimiento de las tareas encargadas	Cumplimiento puntual de todas las actividades y tareas que se asignaron a cada uno de los integrantes del equipo. Entrega de los productos encomendados sin necesidad de recordatorios ni llamadas de atención.	Experto	Experto	Experto
Participación en el trabajo	Todos los integrantes participaron con entusiasmo aportando información e ideas pertinentes al trabajo y desempeñando su rol con eficiencia y responsabilidad.	Experto	Experto	Experto

Los datos obtenidos en la heteroevaluación atendiendo los criterios de la rúbrica se muestran en las tablas H1. En el equipo uno, se observó dificultad para interactuar y delegar responsabilidades, al inicio trabajaron individualmente, por lo cual no lograron la calidad de la interacción entre los integrantes del equipo, como expertos. Al final lograron tener responsabilidad compartida de la tarea, cumplieron con la tarea encargada y cada integrante aportó ideas para su trabajo. En el equipo dos, se observó mayor integración de los miembros del equipo, mantenían una responsabilidad compartida en los roles que adoptaron, así como calidad de sus interacciones para lograr la tarea establecida en tiempo y forma. Este equipo logró una interdependencia positiva entre sus integrantes. Por último, el equipo tres, aunque sí lograron mantener una responsabilidad compartida, la calidad de sus interacciones entre los miembros del equipo, no fue siempre asertiva, ya que en repetidas ocasiones se salían del tema, lograron cumplir con la tarea asignada. Los resultados del análisis de los 15 ítems del instrumento de la autoevaluación y coevaluación, se muestran en las tablas 1 a la 15.1.

1) *Ayudó en que los demás comprendieran el problema;* en la autoevaluación el 8.3% expresa que la ayuda que brindó fue suficiente, mientras que el 75% refiere que ayudó de manera excelente (v. Tabla 1), En la coevaluación el 16.7% refiere que el grupo ayudó bien y el 83.3% menciona que el grupo ayudó excelente (v. Tabla 1.1).

Tabla 1. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUFICIENTE	1	8.3	8.3	8.3
	BIEN	2	16.7	16.7	25.0
	EXCELENTE	9	75.0	75.0	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 1.1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

2) *Discutió el significado del problema;* en la autoevaluación: el 8.3% expresa que su discusión fue bien, mientras que el 91.7 % expresa que discutió de manera excelente (v. Tabla 2). En la coevaluación: el 16.7% dice que el grupo discutió bien y el 83.3% menciona que el grupo discutió el significado del problema de manera excelente (v. Tabla 2.1).

Tabla 2. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 2.1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

3) *Participó en la identificación del problema principal;* en la autoevaluación así como en la coevaluación, el 8.3% expresa que su participación fue bien, mientras que el 91.7% dice que su participación fue excelente (v. Tablas 3 y 3.1).

Tabla 3. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 3. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUFICIENTE	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

4) *Participó en la identificación de los problemas secundarios*; en la autoevaluación el 25% expresa que su participación fue bien, mientras que el 75% expresa que participó de manera excelente (v. Tabla 4). En la coevaluación: el 16.7% dice que el grupo participó bien, y el 83.3% menciona que el grupo participó de manera excelente (v. Tabla 4.1).

Tabla 4. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	3	25.0	25.0	25.0
	EXCELENTE	9	75.0	75.0	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 4. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

5) *Aportó ideas para la probable solución de los problemas*; en la autoevaluación, tanto como en la coevaluación el 8.3% expresa que su aportación fue bien, mientras que el 91.7% expresa que aportó ideas de manera excelente (v. Tablas 5 y 5.1)

Tabla 5. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 5. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

6) *Respetó las ideas de los otros*; en la autoevaluación el 8.3% expresa que respetó bien, mientras que el 91.7% expresa que respetó de manera excelente (v. Tabla 6). En la coevaluación: el 16.7% dice que el grupo respetó bien y el 83.3% menciona que el grupo respetó las ideas de otros de manera excelente (v. Tabla 6.1).

Tabla 6. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 6. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7

EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
Total	12	100.0	100.0	

7) *Participó en la discusión de las hipótesis*; en la autoevaluación el 16.7% refiere que su participación fue bien, mientras que el 83.3% manifiesta que participó de manera excelente (v. Tabla 7). En la coevaluación: el 8.3% argumenta que el grupo participó bien y el 91.7% menciona que el grupo participó de manera excelente (v. Tabla 7.1).

Tabla 7. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 7. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

8) *Planteó argumentos a favor de las hipótesis*; en la autoevaluación el 16.7% expresa que su planteamiento fue bien, mientras que el 83.3% expresa que planteó de manera excelente (v. Tabla 8). En la coevaluación: el 8.3% dice que el grupo planteó bien argumentos a favor de la hipótesis y el 91.7% menciona que el grupo planteó argumentos de manera excelente (v. Tabla 8.1).

Tabla 8. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 8. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

9) *Planteó argumentos en contra de las hipótesis*; en la autoevaluación el 25% expresa que su participación fue bien, mientras que el 75% expresa que participó de manera excelente (v. Tabla 9). En la coevaluación: el 16.7% dice que el grupo participó bien y el 83.3% menciona que el grupo participó de manera excelente (V. Tabla 9.1).

Tabla 9. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 9. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

10) *Propuso fuentes para la búsqueda de los temas*; en la autoevaluación el 16.7% expresa que su propuesta de fuentes fue insuficiente, el 8.3% suficiente, el 25% bien, mientras que el 50% expresa que propuso fuentes de manera excelente (v. Tabla 10). En la coevaluación: el 16.7% propuso de manera insuficiente, el 16.7% dice que el grupo propuso bien y el 66.7% menciona que el grupo propuso de manera excelente (v. Tabla 10.1).

Tabla 10. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	INSUFICIENTE	2	16.7	16.7	16.7
	SUFICIENTE	1	8.3	8.3	25.0
	BIEN	3	25.0	25.0	50.0
	EXCELENTE	6	50.0	50.0	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 10. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	INSUFICIENTE	2	16.7	16.7	16.7
	BIEN	2	16.7	16.7	33.3
	EXCELENTE	8	66.7	66.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

11) *Participó en la definición de los temas a estudiar*; en la autoevaluación y coevaluación, el 8.3% expresa que su participación fue bien, mientras que el 91.7% expresa que participó de manera excelente (v. Tablas 11 y 11.1).

Tabla 11. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 11. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUFICIENTE	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

12) *Explicó al resto de los compañeros la información que obtuvo*; en la autoevaluación el 8.3% refiere que su explicación fue suficiente, el 8.3% expresa que explicaron bien y el 83.3% expresa que explicó de manera excelente (v. Tabla 12). En la coevaluación: el 16.7% dice que el grupo explicó bien, y el 83.3% menciona que el grupo explicó de manera excelente (v. Tabla 12.1).

Tabla 12. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUFICIENTE	1	8.3	8.3	8.3
	BIEN	1	8.3	8.3	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 12. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

13) *Presentó sus conclusiones al resto del equipo;* en la autoevaluación el 16.7 % presentó conclusiones bien, mientras que el 83.3% presentó sus conclusiones de manera excelente (v. Tabla 13). En la coevaluación: el 8.3 % dice que el grupo lo hizo bien y el 91.7% menciona que el grupo presentó conclusiones de manera excelente (v. Tabla 13.1).

Tabla 13. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	2	16.7	16.7	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 13. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

14) *Verificó que los compañeros comprendieran su explicación;* en la autoevaluación el 8.3 % expresa que verificó bien, mientras que el 91.7% expresa que verificó de manera excelente (v. Tabla 14). En la coevaluación el 8.3 verificó de manera suficiente, el 8.3% dice que el grupo verificó bien y el 83.3% menciona que el grupo verificó de manera excelente que los compañeros comprendieran la explicación (v. Tabla 14.1).

Tabla 14. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BIEN	1	8.3	8.3	8.3
	EXCELENTE	11	91.7	91.7	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

Tabla 14.1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SUFICIENTE	1	8.3	8.3	8.3
	BIEN	1	8.3	8.3	16.7
	EXCELENTE	10	83.3	83.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	

15) *Respetó las aportaciones del resto de los compañeros;* en la autoevaluación, así como en la coevaluación el 100% expresa que respetó de manera excelente (v. Tablas 15 y 15.1).

Tabla 15. Autoevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	EXCELENTE	12	100.0	100.0	100.0

Tabla 15. 1. Coevaluación.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	EXCELENTE	12	100.0	100.0	100.0

En relación a la reflexión grupal, la participaron fue individual de manera voluntaria integrados en equipos, Soto, Redón y Arancibia (2017) refieren que el sujeto construye la experiencia en el seno de las relaciones sociales, mediante referentes simbólicos y prácticos. De este modo, la subjetividad está “socialmente definida por la tensión entre una representación del sujeto y las relaciones sociales” (Dubet, 2010, 126).

“No me gusto estar bajo presión de tiempo” Participación 1, equipo 3.

“Me gusto, esta actividad, ayuda a enfocarnos en lo que estamos haciendo y logramos terminar a tiempo” Participación 2, equipo 2.

“A nosotros nos sobró tiempo, me parece que está bien, aprendemos más, nos ayudamos si tenemos dudas”.  
Participación 3, equipo 3.

La participación 1, fue de una alumna que la mayor parte de la actividad se salía del tema para hablar asuntos personales, la participación 2, fue de una alumna que mostró una excelente colaboración de inicio a fin de la actividad, mientras que la participación 3 la expresó una alumna que mostró poca interacción con su grupo, así como falta de empatía hacia los otros equipos que no terminaban cuando ella terminaba. “La premisa fundamental del Aprendizaje Colaborativo está basada en el consenso construido a partir de la cooperación de los miembros del grupo y a partir de relaciones de igualdad, en contraste con la competencia en donde algunos individuos son considerados como mejores que otros miembros del grupo” (ITESM , 2000, p. 6)

### Conclusión

El grupo consiguió argumentar el tema y llegar a una reflexión en cuanto a la etiología, epidemiología, cuadro clínico, evaluación, diagnóstico, manejo y pronóstico en la discapacidad intelectual, por lo que se logró la competencia cognitiva, la competencia psicosocial en grupo está en desarrollo, Lillo (2013, p. 112) en torno al aprendizaje colaborativo refiere que “la construcción del conocimiento a través de esta forma de interacción genera mejores y mayores resultados que si el proceso se realizara de manera individual o que si se sumaran las partes generadas por separado, permitiendo un aprendizaje más heterogéneo para los miembros del grupo de trabajo”.

Evaluar desde el enfoque competencial, Tobón, Pimienta y García (2010) expresan que permite la participación de los alumnos y docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, propicia la autorreflexión y el pensamiento crítico así como la toma de conciencia en cuanto a la responsabilidad asumida en el aprendizaje, así mismo el docente aprende de los argumentos y percepciones de los alumnos, posibilitando la mejora del proceso.

### Recomendaciones

Es importante considerar, que cuando se promueve una modificación en la didáctica con estrategias innovadoras, tanto el docente como los estudiantes inician un proceso de cambio que puede generar actitudes que no beneficien por lo que, la guía del docente deberá tornarse empática, así como objetiva, persistir en el proceso de enseñanza y aprendizaje que propicie una actitud proactiva en el estudiante, sobre todo en el momento evaluativo. Además, el docente debe asumirse como investigador educativo para diversificar las estrategias colaborativas, eligiendo la más adecuada para la temática abordada, así lograr las competencias declaradas para la formación integral del alumno.

### Referencias.

- Díaz Barriga, F y Hernández, G. (2010). “Estrategias docentes para un aprendizaje colaborativo”. Ed. Mc Graw Hill.
- Dubet, F. (2010). “Sociología de la experiencia”. Madrid: Complutense.
- ITESM. (2000). “Las Técnicas Didácticas en el Modelo Educativo del Tec de Monterrey”.
- Lillo, F. (2013). “Aprendizaje colaborativo en la formación de pregrado. Revista de psicología”. Universidad Viña del mar. Vol. 2, N. 4.  
Recuperado de: <http://sitios.uvm.cl/revistapsicologia/revista/04.05.aprendizaje.pdf>
- Roselli, N. (2011). “Teoría del aprendizaje colaborativo y teoría de la representación social: convergencias y posibles articulaciones”. Revista Colombiana de ciencias sociales, vol. 2, No. 2. Medellín-Colombia.
- Serna, H., Díaz, A., Betancur, J., y Pino, C. (2013). “Metodologías activas del aprendizaje”. 1er edición. Fondo editorial María Cano.
- Silva, J. y Maturana, D. (2017). “Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior”. Innovación educativa, vol. 17, No 73. Consulta en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n73/1665-2673-ie-17-73-00117.pdf>
- Soto, P., Redón, S. y Arancibia, L. (2017). ¿Cómo indagar en las experiencias de los sujetos? Una discusión teórico-metodológica acerca del estudio de caso. Andamios. Chile. Recuperado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-00632017000100303&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-00632017000100303&script=sci_abstract)
- Tobón, S. (2013). “Formación integral y competencias Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación”. (4ta.Ed.). Bogotá: ECOE.
- Tobón, S., Pimienta, J., y García, J. (2010). “Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias”. PEARSON EDUCACIÓN, México.
- Universidad San Sebastián. (2017). “Objetivo de la Licenciatura de psicopedagogía”. Recuperado de: <http://www.uss.mx/psicopedagogia.php?id=LICENCIATURAS%20-%20PSICOPEDAGOG%C3%8DA>
- Valera, R. (2010). “El proceso de formación del profesional en la educación superior basado en competencias: el desafío de su calidad, en busca de una mayor integralidad de los egresados”. Civilizar 10 (18): 117-134. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccso/v10n18/v10n18a12.pdf>

# CRITERIOS DE CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA CUENCAS URBANAS, EN OBRAS DE REMEDIACIÓN DE ACUMULACIÓN DE FLUJO SUPERFICIAL

Eduardo Isai Machuca Zeferino<sup>1</sup>, Dr. J. Jesús Vázquez Magaña<sup>2</sup>,  
Martin Alejandro López Alba<sup>3</sup> y Víctor Alberto Vega Serrano<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente Artículo muestra los resultados del trabajo de investigación llevado a cabo en el Instituto Tecnológico de Tepic, en el cual se analizó y conformó la caracterización hidrológica e hidráulica de la cuenca urbana “Tecnológico” que afecta de manera directa la infraestructura del Campus, de 8 colonias colindantes, además de 10,000 habitantes e interrumpiendo el flujo de más de 9,000 vehículos en un lapso de 3 horas. Lo anterior dado el excesivo crecimiento urbano horizontal, pavimentación no filtrante y construcción en cañadas naturales, dicha situación ha modificado el sentido y dirección del flujo, conduciendo grandes caudales de agua que provocan inundaciones en la cuenca analizada. La investigación plantea la implementación de metodologías que analicen los escurrimientos desde un punto de vista hidrológico e hidráulico integral, para caracterizar la totalidad de las cuencas urbanas en la ciudad de Tepic y obtener parámetros de diseño confiables para proyectar obras de remediación.

**Palabras clave**— Hidrología, Hidráulica, Inundación, Remediación.

## Introducción

La zona donde se ubica el Instituto Tecnológico de Tepic ha sufrido encharcamientos e inundaciones debido a la fisiografía de la zona que se aprecia en la Figura 3, pero esta problemática se ha incrementado en los últimos años debido al excesivo crecimiento urbano horizontal que disminuye la infiltración natural, por lo que el escurrimiento se da mayormente como superficial, y a una racha de tormentas extraordinarias presentada este año, en la Figura 1 se puede apreciar el comportamiento hidrológico de la ciudad.

En la ciudad de Tepic, Nayarit, se ubica la cuenca urbana inducida a la cual denominamos como “Tecnológico”, en el municipio de Tepic, Nayarit, sitio donde se localizan las instalaciones del Instituto Tecnológico de Tepic, entre las coordenadas Geográficas 21° 29' 06" con 21° 28' 30" de Latitud Norte y 104° 52' 30" con 104° 51' 18" de Longitud Oeste, en dicha zona se identifican colonias como la Independencia, INFONAVIT Los Sauces, en donde los escurrimientos tienen un sitio de concentración final a partir de la calle Xalisco y la Avenida Tecnológico.

Con base en la normatividad vigente de la Comisión Nacional del Agua, para alcantarillado pluvial se demanda análisis hidrológico con la finalidad de realizar predicciones y establecer, parámetros de diseño y establecimiento de zonas de peligro. Así como la identificación de gastos asociados a periodos de retorno diversos, asegurando que los tiempos de concentración de las microcuencas de tipo natural y urbano, que se ubican y se están generando en la zona de estudio, sean controlables y tener elementos para la toma de decisiones y no generar situaciones de peligro, y zonas vulnerables, identificando condiciones de falta de capacidad de conducción hidráulica, para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Lo anterior implica, entre otros trabajos, un estudio hidrológico integral de la zona, incluyendo lo correspondiente a la obra de recuperación de área hidráulica para dar seguridad en posibles desarrollos urbanos, brindando protección a estos.

Para el caso del desarrollo de la Cuenca Tecnológico con la ubicación manifestada en las Figura 4 se hace necesario, el desarrollo de trabajos que permitan un análisis hidrológico e hidráulico de la zona, situación que demanda la determinación de caudales, para realizar evaluaciones de niveles de inundación y encharcamiento.

<sup>1</sup> Eduardo Isai Machuca Zeferino es estudiante de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [edismachucaze@ittepic.edu.mx](mailto:edismachucaze@ittepic.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. J. Jesús Vázquez Magaña es Docente de la Academia de Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [jvazquez@ittepic.edu.mx](mailto:jvazquez@ittepic.edu.mx)

<sup>3</sup> Martin Alejandro López Alba es estudiante de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [maallopezal@ittepic.edu.mx](mailto:maallopezal@ittepic.edu.mx)

<sup>4</sup> Víctor Alberto Vega Serrano es estudiante de la carrera de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico de Tepic, Tepic, Nayarit, México. [vialvegase@ittepic.edu.mx](mailto:vialvegase@ittepic.edu.mx)

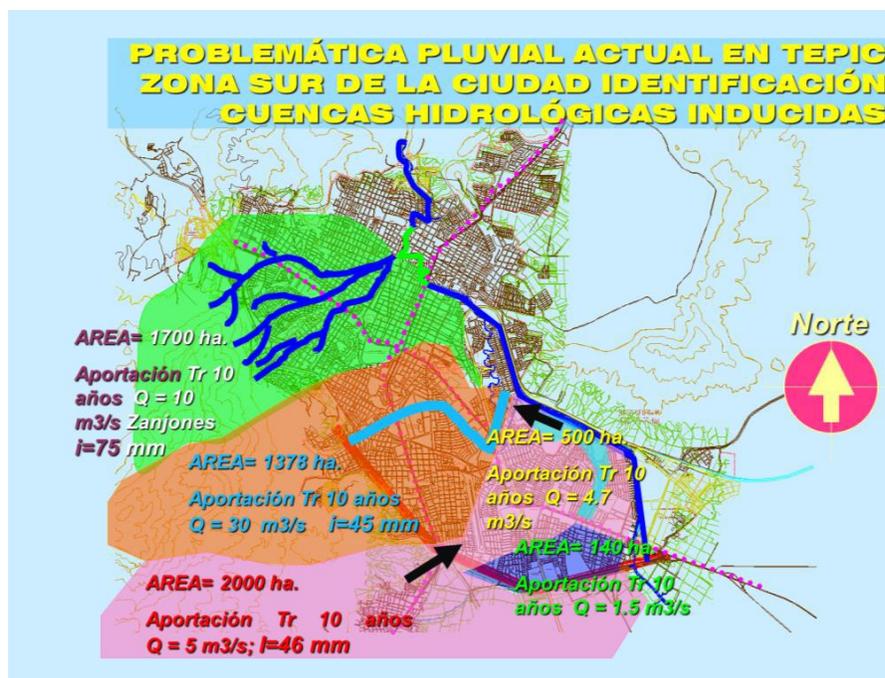


Figura 1. Problemática actual en la zona sur de la ciudad de Tepic.

### Objetivos

#### Objetivo general

Obtener planos e informe hidrológico e hidráulico de apoyo correspondiente que permita visualizar posibles alternativas de solución a la problemática de inundación que ocurre en el sitio de proyecto.

#### Objetivos específicos

Determinar los caudales resultantes en el punto de control de la cuenca determinada para periodos de retorno de  $Tr=2, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000$  y  $10000$  años, con la finalidad de determinar el tamaño de la avenida.

### Descripción del Método

Para la zona estudiada, se aprecia y corrobora lo mencionado en los párrafos anteriores, en donde se menciona que se debe plantear un ordenamiento en lo que se refiere al manejo y conducción segura de las aguas pluviales, con la finalidad de no generar zonas de peligro.

Los métodos aplicados se basan en la caracterización de un modelo hidrológico e hidráulico, que contemplan la teoría clásica, los cuales se pueden encontrar de manera completa en literatura de fundamentos de hidrología de superficie (Aparicio Mijares, 2006) e hidráulica básica (Sotelo Ávila, 2006).

El procedimiento seguido en el estudio se muestra en la Figura 2.

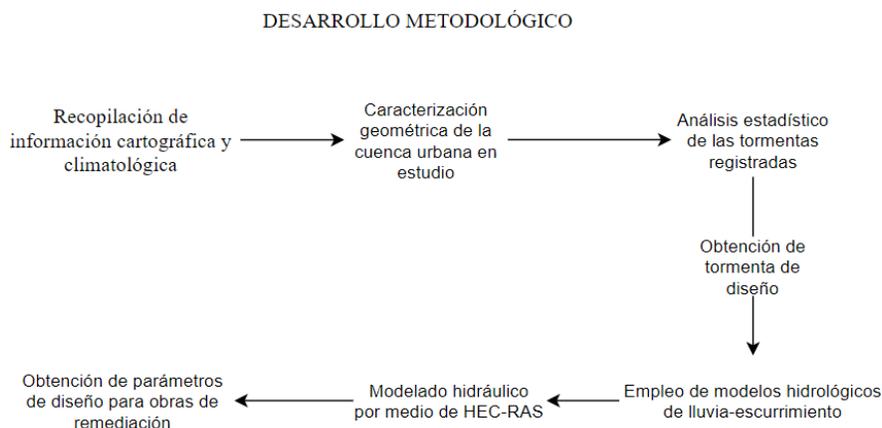


Figura 2. Diseño metodológico.

### *Recopilación de información cartográfica y climatológica*

Para desarrollar el trazado de la cuenca aportadora de estudio, se consideró la información planialtimétrica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática consignada en las Cartas topográficas escala 1:50,000 con datos vectoriales cuya área de influencia se contempla en las coordenadas UTM sistema WGS84, además con un estudio topográfico hecho por el Instituto Tecnológico de Tepic en las zonas aledañas de su campus.

En la cuenca que denominamos “Cuenca Tecnológico”, el clima en general corresponde al clasificado templado subhúmedo con lluvias en verano que cubren la totalidad del Municipio. Se caracterizan por su temperatura media anual mayor de 22°C y su temperatura media mensual más baja superior a 18°C.

En lo que respecta a la información meteorológica empleada en la zona de estudio, en la ciudad de Tepic, se cuenta con el Observatorio meteorológico de Tepic, en las coordenadas geográficas 21° 29' 21" latitud norte y 104° 53' 34" longitud oeste, el cual mide precipitaciones máximas en 24 horas y está próximo a la cuenca analizada.

### *Caracterización geométrica de la cuenca urbana en estudio*

Con uso de software como Autocad para visualizar las cartas topográficas vectorizadas, Global Mapper y ArcScene para visualizar los modelos digitales de elevaciones que edita el INEGI, como se aprecia en la Figura 3, se procedió a caracterizar la cuenca de estudio para obtener los parámetros necesarios que reflejan la velocidad de reacción de la cuenca que son la pendiente, longitud de la calle con mayor aporte de agua (cauce principal) y área de la cuenca.



Figura 3. Visualización del Modelo Digital de Elevaciones del INEGI editado en ArcScene.

Mediante la información climatológica de precipitación acumulada anual (P) se estimó el coeficiente de escurrimiento por el método de la K, explicado a profundidad en el Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural “Pequeños Almacenamientos”. Secretaría de Recursos Hidráulicos (1975).

También fue necesario usar el método de los números de escurrimientos, propuesto por el U. S. Natural Resources Conservation Service antes U. S. Soil Conservation Service (Aparicio Mijares, 2006), que tiene la característica que la altura de lluvia total P se relaciona con la altura de lluvia efectiva Pe y se empleó para las alturas de lluvias a diferente periodo de retorno:

### *Análisis estadístico de las tormentas registradas*

Para alimentar los modelos de lluvia-escurrimiento se necesita un análisis estadístico que asocie la precipitación máxima 24 horas (valores extremos) y el periodo de retorno, para este fin las distribuciones más usadas (y las empleadas en este trabajo) son Gumbel, Doble Gumbel, Normal, Lognormal y Pearson III (Gamma de 3 parámetros), se puede encontrar la información completa en bibliografía de Aguilera Navarro (2007).

Para un análisis más versátil en la elaboración de las funciones de probabilidad con los registros de precipitación máxima anuales en 24 horas se utiliza el programa AX del Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED (1997).

### Empleo de modelos hidrológicos de lluvia-escorrentamiento

Debido a que la cuenca en estudio no cuenta con datos hidrométricos se precede a usar modelos de lluvia-escorrentamiento, los modelos completos se encuentran en bibliografía de fundamentos de hidrología de superficie (Aparicio Mijares, 2006).

Los métodos indirectos permiten conocer o tener una aproximación bastante real de capacidad que tiene un cauce para escurrir. El grupo de métodos empleados son de tipo hidrometeorológicos, es decir, aquellos métodos que involucran variables climatológicas en la definición de las avenidas.

Para el caso de las cuencas en estudio se aplicaron los conceptos y metodología de los Hidrogramas Sintéticos Triangulares, la metodología de Chow y el método racional; es importante mencionar que en el proceso de realización se desecharon métodos como el del Hidrograma de Znyder, Clark y Clark Modificado, esto obedeció a que la información disponible y el rango de aplicabilidad de los métodos antes mencionados no justificaba su aplicación.

### Modelo hidráulico por medio de HEC-RAS

Se empleó el programa de cómputo de divulgación gratuita, denominado Hec Ras, el cual fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos. El modelo usado en la definición de los perfiles sigue principalmente la solución de la ecuación de la energía por tramos en los que se ha dividido el cauce, esta ecuación es la siguiente:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + SF \quad (1)$$

al tratar la Ecuación (1) en función del gasto se tiene:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \frac{Q_1^2}{2A_1^2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \frac{Q_2^2}{2A_2^2g} + SF \quad (2)$$

la Ecuación (2) se resuelve para cada uno de los tramos considerando las pérdidas de fricción estimadas por medio de la ecuación de Manning, fundamentada ampliamente en bibliografía de hidráulica de canales (Sotelo Ávila, 2006).

## Resultados

El estudio se centra en la zona delimitada en la Figura 4, delimitada con la información del modelo digital de elevaciones y tomando en cuenta las restricciones que provocan las calles al flujo natural.

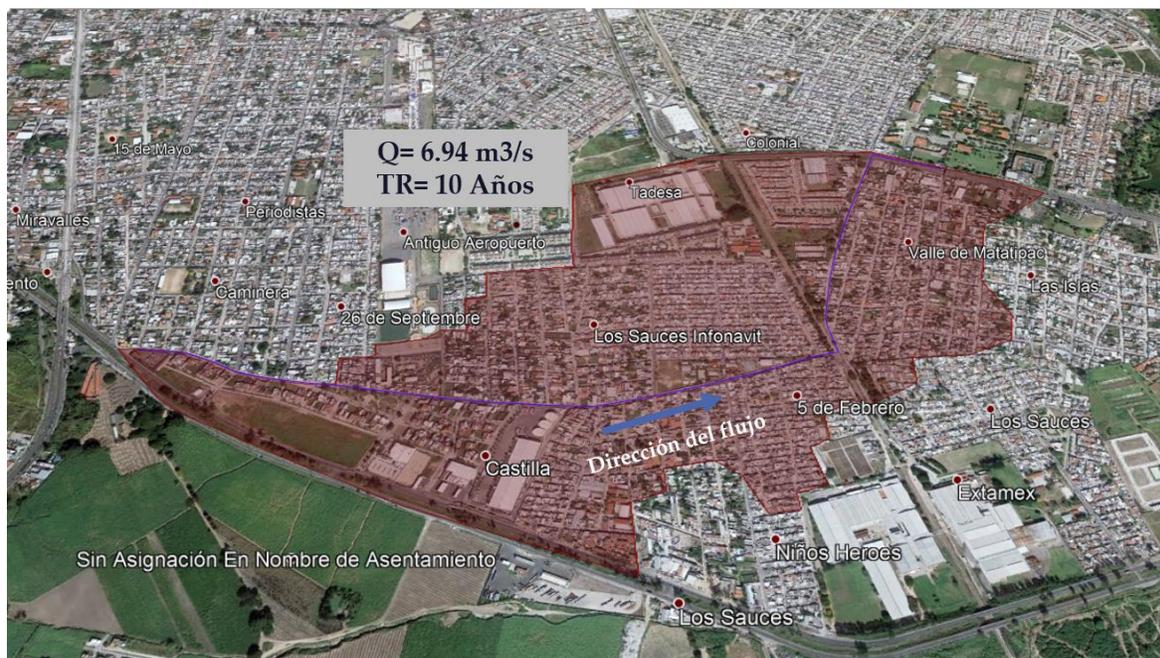


Figura 4. Zona de estudio: Cuenca “Tecnológico”.

Los resultados obtenidos de la caracterización de la cuenca y algunos datos climatológicos empleados son: 1.638 km<sup>2</sup> de área de la cuenca, una pendiente media de 0.007764 por Taylor-Schwarz, 2.801 km de longitud de cauce principal, una precipitación promedio acumulado anual de 1146.5 mm, se eligió  $k=0.32$  tomando en consideración que la zona es urbana con suelo casi impermeable (tipo C), un número de escurrimiento (N) de 70 y 0.257 de coeficiente de escurrimiento (Ce).

Al graficar los datos de precipitación máxima en 24 horas con respecto a su probabilidad de ocurrencia (periodo de retorno) se obtuvieron las curvas de probabilidad y duración para analizar la homogeneidad de los datos, estas curvas se muestran en la Figura 5.

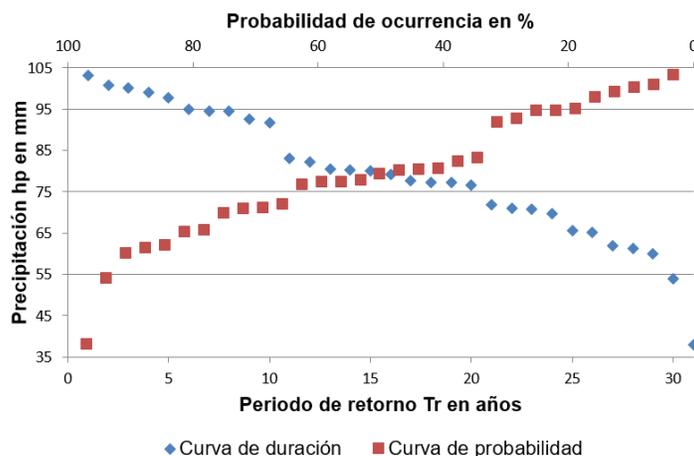


Figura 5. Curva de duración y probabilidad para los datos sin ajustar de la estación Tepic (Obs.).

Se aprecia que los valores tienen una tendencia y que no hay valores críticos que se tengan que eliminar. También se aprecia que, de forma ordinaria, las precipitaciones de la zona son elevadas.

Al aplicar el análisis de frecuencias a la altura de precipitación máxima 24 horas de cada año, se observó que el ajuste tipo Gumbel, era aquel que marcaba el menor error cuadrático. Los resultados extrapolados de precipitación máxima en 24 horas, y que son asociados a diversos periodos de retorno, se detallan en la Tabla 1.

Los resultados anteriores, identifican el valor de la tormenta de diseño a emplear en la zona de estudio, para el caso de drenaje pluvial se puede considerar un periodo de retorno de 10 años, para fines de seguridad pudieran considerarse 1000 años, sin embargo, se considera la capacidad máxima de conducción del cauce.

En la Tabla 1 también se muestran los resultados de los modelos hidrológicos lluvia-escurrimientos para diferentes periodos de retornos, ya que la visualización a diferentes periodos de retornos nos muestra mejor el comportamiento que tuvo el método empleado con las condiciones de nuestra cuenca.

		HUT	Racional	Chow
Tr (años)	P (mm)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
2	74.3	3.73	3.47	5.72
5	88.94	5.59	4.15	8.58
10	98.63	6.94	4.60	10.65
20	107.92	8.30	5.03	12.74
50	119.95	10.15	5.59	15.59
100	128.97	11.60	6.02	17.81
200	137.95	13.08	6.43	20.08
500	149.8	15.09	6.99	23.17
1,000	158.76	16.65	7.40	25.56
2,000	167.71	18.23	7.82	27.98
5,000	179.55	20.36	8.37	31.26
10,000	188.5	22.00	8.79	33.77

Tabla 1. Comparación de valores obtenidos por métodos indirectos diferentes.

El comportamiento que se observa entre los tres métodos no es lineal o proporcional, pero el método de hidrograma unitario triangular y el método racional guardan una mejor relación entre sí para periodos de retorno bajos. Los resultados del método de Chow aportan gastos mayores pudiendo, en algún momento, tomarse en cuenta para ser cubiertos por las obras propuestas para conducción. Sin embargo, se recomienda el valor de gasto, que aporta la metodología del HUT (6.94 m<sup>3</sup>/s), mismo que se asocia a un Tr de 10 años, para tomarlo como gasto de diseño para cualquier obra pluvial que se quiera realizar.

Al efectuar el análisis hidráulico y tomando en cuenta la infraestructura pluvial construida de manera reciente en el 2016, ésta cuenta con una capacidad de aproximadamente 1.5 a 2.00 m<sup>3</sup>/s, de acuerdo con medición de geometría infraestructura, quedando 4.94 m<sup>3</sup>/s escurriendo de manera que ese gasto puede llenar el umbral de la Avenida Tecnológico en sus calles laterales y carril central, tal y como se aprecia en la Figura 6.



Figura 6. Problemática de inundación en la Avenida Tecnológico e ingreso sur del Instituto.

### Comentarios finales

Debido a que las fórmulas de hidrología caracterizan mejor a cauces naturales y cuencas de gran extensión, es necesario una evaluación hidráulica y un buen conocimiento de la zona en estudio (su comportamiento ante las precipitaciones) para poder comparar y, así, seleccionar la metodología que más se acerca a la realidad, por ello, si el ingeniero hidrólogo no conoce bien la zona de estudio se recomienda una investigación con los habitantes de la zona afectada, para determinar puntos críticos así como el posible cauce, realizando una comparativa con estaciones hidrométricas cercanas.

De este trabajo, se concluye que el método del hidrograma unitario triangular es el mejor para obtener gastos de diseño, ya que es resultó ser conservador y no alejarse tanto de la realidad. También ésta metodología, dado que realiza un hidrograma, nos aporta información en cuanto al tiempo en que se desarrolla la avenida, por lo que podemos usar para estimar los daños económicos, ocasionados por la problemática.

### Bibliografía

- Aguilera Navarro, M. A. (2007). *Estimación de funciones de distribución de probabilidad, para caudales máximos, en la región del Maule*. Talca, Chile: Escuela de Ingeniería Forestal.
- Aparicio Mijares, F. J. (2006). *Fundamentos de hidrología de superficie*. México, D.F.: LIMUSA.
- Centro Nacional De Prevención De Desastres. (1997). Manual de operación de los programas ax.exe y carachid.exe. En r. D. Martín Jiménez Espinosa, *Área de Riesgos Hidrometeorológicos*. Centro Nacional De Prevención De Desastres.
- Dirección General de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural. (1975). *Pequeños almacenamiento: plan nacional de obras de riego para el desarrollo rural*. México, D. F.: Dirección General de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural.
- Sotelo Ávila, G. (2006). *Hidráulica de Canales II*. México: Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Sotelo Ávila, G. (2006). *Hidráulica General Volumen I*. México D.F.: LIMUSA.

# Impacto del cambio climático, en los ecosistemas de México

Dr. Jesús Enrique Macías Franco

## Contexto

Múltiples interacciones se originan en torno a lo humano, se habla del desarrollo, se multiplican los factores que influyen en él, se toma conciencia de estas complejas redes que se multiplican hacia el infinito en el sentido que las necesidades de lo humano son inagotables, todo esto debido al constante movimiento social, que denominamos cambio.

De repente el individuo hace conciencia de que está inmerso dentro de un entorno, de un espacio, de una temporalidad... se acuñan nuevos términos, se desarrollan diversos enfoques tendientes a comprender y adaptar el desarrollo humano al espacio tiempo, de entre estos quiero destacar el de **Resiliencia** entendida como la capacidad de una persona o comunidad para resistir las conmociones, gestionar las crisis y volverse más fuertes.<sup>1</sup>

En este contexto, se han establecido 17 objetivos de Desarrollo sostenible, de estos, cinco están directamente relacionados con el entorno o mejor dicho con la naturaleza.

Su delimitación ha sido un proceso complicado y tortuoso, no obstante, se ha visto que se han hecho enormes progresos, lo que muestra, entre otras cosas, el valor de una estrategia unificadora apoyada por metas y objetivos. Tortuoso sería también para esta intervención comentar sobre cada uno de ellos, sin embargo, se hace necesario comentar algunos conceptos, para unificar y abordar el tema central que me propongo.

En este orden de ideas, mucho se ha escrito sobre el tema, durante décadas se han propuesto diversos enfoques, por lo que a través de su revisión y propósito de este trabajo, seleccione los términos, Ecosistema, Servicios Ecosistémicos, Clima y Cambio Climático.

En tal sentido, trabajé con el enfoque que marca la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que es una comisión intersecretarial, creada en 1992 con carácter de permanente. Asimismo, complemento este enfoque con el realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México (PNUD) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se trató de hacer una síntesis de ellos, sin embargo, en algunos casos se hace necesario citarlos textualmente para dar fluidez a la presentación.

## Ecosistema

Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

El significado del concepto de ecosistema ha evolucionado desde su origen. El término acuñado en los años 1930s, se adscribe a los botánicos ingleses Roy Clapham (1904-1990) y Sir Arthur Tansley (1871-1955). En un principio se aplicó a unidades de diversas escalas espaciales, desde un pedazo de tronco degradado, un charco, una región o la biosfera entera del planeta, siempre y cuando en ellas pudieran existir organismos, ambiente físico e interacciones.

Más recientemente, se le ha dado un énfasis geográfico y se ha hecho análogo a las formaciones o tipos de vegetación; por ejemplo, matorral, bosque de pinos, pastizal, etc. Esta simplificación ignora el hecho de que los límites de algunos tipos de vegetación son discretos, mientras que los límites de los ecosistemas no lo son. A las zonas de transición entre ecosistemas se les conoce como "ecotonos".

Robert Whittaker (1920-1980), ecólogo estadounidense investigador de la sucesión y de gradientes de vegetación, propuso tres medidas de diversidad de los ecosistemas:  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$ . Alfa ( $\alpha$ ) es la diversidad dentro de un ecosistema que generalmente se describe como el número de especies. La diversidad beta ( $\beta$ ) incluye la comparación de diferentes ecosistemas en gradientes ambientales, por ejemplo, en una zona montañosa, en una zona costera. La diversidad beta nos indica que tan grande es el cambio de las especies de un ecosistema a otro. La diversidad gamma ( $\gamma$ ) se refiere a la diversidad total de una región, es decir a la diversidad geográfica. En ella se suman las diversidades alfa de varios ecosistemas.

Durante los pasados veinte años, se ha propuesto que el manejo de recursos naturales debe hacerse con un enfoque ecosistémico, es decir, incluyendo a todo el ecosistema. El manejo debe mantener o mejorar al ecosistema y debe proporcionar una variedad de bienes y servicios a las generaciones presentes y a las futuras

### **Hacia una propuesta para abordar el impacto del cambio climático en México.**

Esta dinámica se caracteriza entre otras cosas por el uso que se le da a la información, la cual por su propia evolución se constituye como un elemento básico para el desarrollo; la humanidad la ha necesitado desde tiempos remotos y que al evolucionar las complejas relaciones sociales han privilegiado esta necesidad, dotándole adicionalmente las características esenciales que debe observar hoy en día, es decir, el solo hecho de poseer información no es suficiente, además la información debe guardar tres atributos esenciales para poder ser útil:

DEBE SER....

**OPORTUNA  
SUFICIENTE Y,  
CONFIABLE**

La complejidad de la realidad actual obliga a construir estrategias e instrumentos de análisis que permitan identificar el origen, la evolución y el impacto que ocasionan determinadas problemáticas en la sociedad, es decir, se debe contemplar los requerimientos de lo particular, pero también se debe orientar hacia lo holístico.

### **Objetivo General de la propuesta.**

Elaborar el diseño conceptual de un observatorio de impacto climático capaz de integrar información, imágenes, estudios. Estadísticas acerca del ecosistema, la infraestructura, el medio ambiente y con ello generar indicadores, estudios y proyecciones acerca del fenómeno del impacto su evolución, sus perspectivas y prospectivas, para apoyar la toma de decisiones en la materia.

Para ello hay que diseñar la estrategia y plan de implementación definiendo costos y compromisos de los agentes involucrados en el proyecto.

Señalar una propuesta inicial de indicadores y productos a producir por la operación del Observatorio.

Existen varios métodos para analizar el impacto o los beneficios potenciales de algunas medidas de adaptación y resiliencia al cambio climático en el entorno urbano, mismos que permiten auxiliar a tomadores de decisión sobre qué medida es la más adecuada. Pueden ser métodos de carácter cualitativo como un análisis sobre las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), un análisis multicriterio, entre otros; o bien un análisis cuantitativo como son el análisis costo beneficio y el análisis costo efectividad.

El cambio climático es inequívoco y sus efectos ya se están sintiendo en todo el planeta. Por ello, es imperativo que las ciudades y sus gobernantes, opten por medidas de adaptación eficientes y adecuadas a su propia realidad.

## Fuentes utilizadas

<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose.html>

<http://www.jornada.unam.mx/2011/08/01/eco-j.html>

<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Junio2006/CD2/pdf/spa/doc15767/doc15767-d.pdf>

[http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/manual\\_carac\\_eda\\_fis\\_vs\\_enero\\_29\\_2008.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/manual_carac_eda_fis_vs_enero_29_2008.pdf)

<http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/countryinfo.html>

[http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operations/projects/environment\\_and\\_energy.html?centerparsys\\_list\\_start=12](http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operations/projects/environment_and_energy.html?centerparsys_list_start=12)

[http://www.cifor.org/pes/\\_ref/sp/sobre/ecosystem\\_services.htm](http://www.cifor.org/pes/_ref/sp/sobre/ecosystem_services.htm)

<http://www.millenniumassessment.org/es/About.html#1>

<http://www.pensamientocomplejo.com.ar/homenaje/galeria/wp-content/uploads/Luengo-Enrique-La-complejidad-humana-aportaciones-desde-la-sociologia.pdf>

<http://www.biodiversidad.gob.mx/index.html>

# LAS TIC'S, EN EL PROCESO ENSEÑANZA – APRENDIZAJE EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CASO: LIC. EN CONTADURÍA - UAN

Dr. Ignacio Maldonado Bernal<sup>1</sup>, Dr. Juan Pedro Salcedo Montoya<sup>2</sup>,  
Dr. Ricardo Gómez Álvarez<sup>3</sup>, L. C. Fabiola Zavala Olvera<sup>4</sup> y M.E.S. José Francisco Haro Beas<sup>5</sup>

**Resumen**— En los últimos años, las Tic's han tomado un papel importantísimo en nuestra sociedad y se utilizan en multitud de actividades; por ello, la presente investigación tiene, no solo una justificación teórica sino práctica; pues del resultado de la investigación permitirá conocer la relación de las Tic's con el proceso de enseñanza aprendizaje en alumnos cursan la Licenciatura de Contaduría en la UAN. Los alumnos de la UAN y los estudiantes de la Licenciatura en Contaduría, así como todos los alumnos del nivel que sea, exigen siempre poder estar conectados a internet, ya que consideran un medio por el cual pueden utilizar diversas Tic's, todo de manera digital y así poder acceder a la información de una manera fácil, rápida y económica. Esta investigación pretende hacer conciencia entre docentes y alumnos, que la buena utilización de las Tic's, podrían contribuir positivamente en el proceso enseñanza – aprendizaje.

**Palabras clave**— Tecnologías de información y comunicación, Proceso de enseñanza aprendizaje, Instituciones de educación superior, Alumnos de contaduría.

## Introducción

En los últimos años, las TIC han tomado un papel importantísimo en nuestra sociedad y se utilizan en multitud de actividades. Las TIC forman ya parte de la mayoría de sectores: educación, robótica, Administración pública, empleo y empresas, salud. (TIC's?, 2011)

Desde hace ya algunos años, por no decir que décadas, las instituciones educativas han reconocido la importancia de utilizar y ofrecer el servicio de las tecnologías de información y comunicación, específicamente el internet. Ya que se vive en una sociedad cada vez más globalizada.

Es por ello, que la presente investigación tiene, no solo una justificación teórica sino una justificación práctica, pues del resultado de la investigación permitirá conocer la relación de las tecnologías de información y comunicación con el proceso de enseñanza aprendizaje en alumnos cursan la licenciatura de contaduría en la UAN.

Los alumnos de la Universidad Autónoma de Nayarit y los estudiantes de la licenciatura en contaduría, así como todos los alumnos del nivel que sea, exigen siempre poder estar conectados a internet, ya que consideran que es un medio por el cual pueden utilizar diversas tecnologías de información y comunicación (Libros, Revistas, Periódicos, Páginas Web, etc.) todo de manera digital y así poder acceder a la información de una manera fácil, rápida y económica.

En la actualidad, aquellas entidades que no están trabajando de la mano con las tecnologías, se podría decir que están fuera de contexto de crecimiento y modernidad.

La modernización y la globalización ha logrado que la sociedad depende cada día en mayor medida de la tecnología, ya sea para informarse de lo que sucede en su comunidad, región, país o en todo el mundo de una manera muy rápida y simple o sencillamente para distraerse de su rutina.

En el ámbito académico se dice que cada vez es más necesario la utilización de las técnicas de información y comunicación, se cree que los docentes y alumnos de aquellas universidades que tienen acceso a esas técnicas son mejor preparados que aquellos que tienen un acceso limitado o nulo.

Si bien es cierto como se comentó tienen mayor posibilidad de acceder a la información de manera más rápida sin que ello garantice su debido análisis, clasificación y comprensión.

En la Universidad Autónoma de Nayarit y específicamente en la Unidad Académica de Contaduría y Administración, prácticamente en cualquier punto se tiene acceso gratuito a internet, esta investigación pretende demostrar la relación existente entre el uso de las tecnologías de información y comunicación y el proceso de enseñanza aprendizaje en alumnos de la licenciatura de contaduría de la Universidad Autónoma de Nayarit; ya que se considera por experiencia propia que el acceso ilimitado a estas tecnologías (internet, entre otras) desvía la atención de la actividad académica y provoca en demasía la pérdida

<sup>1</sup> Dr. Ignacio Maldonado Bernal, es Docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nayarit [maldonado24\\_uan@hotmail.com](mailto:maldonado24_uan@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Juan Pedro Salcedo Montoya, es Docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nayarit [pit\\_45@hotmail.com](mailto:pit_45@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Ricardo Gómez Álvarez, es Docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nayarit [rgomez\\_15@hotmail.com](mailto:rgomez_15@hotmail.com)

<sup>4</sup> L.C. Fabiola Zavala Olvera, es Docente de la Universidad Autónoma de Nayarit [fabiszava@hotmail.com](mailto:fabiszava@hotmail.com)

<sup>5</sup> M.E.S. Juan Francisco Haro Beas, es Docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Nayarit [fcoharo@hotmail.com](mailto:fcoharo@hotmail.com)

de tiempo (uso de redes sociales); además de que por comentario de los propios alumno y de docentes, se ha notado que del tiempo conectado a este servicio, el 85% aproximadamente es utilizado para visitar redes sociales y no para la consulta de información de la unidad de aprendizaje que se está cursando, motivo por el cual algunos docentes se han visto en la necesidad de restringir el uso de lap top, tabletas, celulares, etc. A menos que sea estrictamente necesaria para la actividad que se esté llevando a cabo en ese momento.

#### **A. Preguntas de investigación**

##### *General*

¿Cuál es la relación entre el uso de las tecnologías de información y comunicación y el proceso enseñanza – aprendizaje en la licenciatura en contaduría de la UAN?

##### *Específicas*

1. ¿Qué son las tecnologías de información y la comunicación y cuál es su importancia y utilidad en el ambito educativo?.
2. ¿Qué es enseñanza, aprendizaje y el proceso enseñanza – aprendizaje?
3. ¿Cuáles son las Tic's que utilizan con mayor frecuencia y cual es el uso que se les da?.

#### **B. Objetivos de Investigación**

##### *General*

Determinar la relación entre las Tic's y el proceso enseñanza – aprendizaje en alumnos que cursan la licenciatura en contaduría de la UAN.

##### *Específicos*

1. Explicar qué son las tecnologías de información y la comunicación y cuál es su importancia y utilidad en el ambito educativo.
2. Definir qué es enseñanza, aprendizaje y el proceso enseñanza – aprendizaje.
3. Distinguir las TIC's que utilizan con mayor frecuencia y cual es el uso que se les da.
4. Proponer estrategias que permitan potenciar el impacto del uso de las TIC's en el proceso enseñanza – aprendizaje en la licenciatura en contaduría de la UAN.
- 5.

Se considera que el aprendizaje es algo innato, puesto que el ser humano siempre esta en constante aprendizaje ya sea por observación o por imitación, gracias este constante aprendizaje, se adquieren habilidades, conocimientos, conductas, valores, creencias.

El aprendizaje es quizá la función más importante del cuerpo, en la cual intervienen varios factores, como los valores, principios y costumbres del medio en el que se desenvuelve, hasta la educación que recibe y su propio desarrollo personal.

En otro sentido, se dice que, el aprendizaje es un proceso que mediante el cual el sujeto, a través de la experiencia, la manipulación de objetos, la interacción con las personas, genera o construye conocimientos, modificando, en forma activa sus esquemas cognitivos del mundo que lo rodea, mediante el proceso de asimilación y acomodación. (Piaget, 2009)

La enseñanza, es la transmisión del conocimiento, esta actividad debe ser realizada conjuntamente mediante la interacción de cuatro elementos: docente, alumno, objeto, entorno. Esta transmisión de conocimientos puede darse a través de diferentes técnicas, como puede ser la explicación verbal, ejemplificación, retención, y utilizar diferentes medios como los textos, las imágenes, el sonido, para lo cual es de suma importancia el apoyo de las tecnologías de información y comunicación.

Según la concepción anterior de aprendizaje; para (Piaget, 2009) la enseñanza, debe proveer las oportunidades y materiales para que los niños aprendan activamente, descubran y formen sus propias concepciones o nociones del mundo que les rodea, usando sus propios instrumentos de asimilación de la realidad que provienen de la actividad constructiva de la inteligencia del sujeto.

En cambio la enseñanza menciona (Vygostsky, 2009), debe descubrir la Zona de Desarrollo Próximo. Ya que tiene que ver con lo que el niño puede hacer con ayuda, preocupándose de conductas o conocimientos en proceso de cambio. Esta Zona de Desarrollo al grado de modificabilidad e indica las habilidades y competencias que se pueden activar mediante el apoyo de mediadores para interiorizarlas y reconstruirlas por sí mismo.

Ahora bien, en términos generales se puede decir que la enseñanza es una actividad que el ser humano puede aprender a realizar o inclusive lo puede hacer sin darse cuenta, es decir sin utilizar ninguna técnica, ni método, ya que puede transmitir algún conocimiento simplemente con la observación e imitación que alguien haga de él. Puede enseñar o transmitir actitudes, valores, información, conocimientos, siendo esta actividad una de las más importantes del ser humano, ya que permite la comunicación y adaptación a diferentes situaciones, garantizando la supervivencia.

El proceso de enseñanza aprendizaje se concibe como el espacio en el cual el principal protagonista es el alumno, y el docente cumple con una función de facilitador de los procesos de aprendizaje.

Son los alumnos quienes construyen el conocimiento a partir de leer, de aportar sus experiencias y reflexionar sobre ellas, de intercambiar sus puntos de vista con sus compañeros y el profesor. En este espacio, se pretende que el alumno disfrute el aprendizaje y se comprometa con un aprendizaje de por vida. (Aprendizaje, 2016)

El proceso de enseñanza aprendizaje se ve impactado significativamente por el uso de las tecnologías de información y la comunicación (Tic's) en los diferentes niveles y sistemas educativos, lo cual contribuye al fortalecimiento de sus competencias para favorecer su inserción en la sociedad del conocimiento.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la institución, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo.

Por otra parte, la UNESCO aplica una estrategia amplia e integradora en lo tocante a la promoción de las Tic's en la educación. El acceso, la integración y la calidad figuran entre los principales problemas que las Tic's pueden abordar.

Las universidades públicas por falta de recurso y tiempo, o cuando menos eso han pensado que le han hecho pensar a la sociedad, han justificado su atraso en la oferta educativa y en el uso de las tecnologías de información y la comunicación.

El Programa de Apoyo a la Formación Profesional es una iniciativa de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) que opera desde el 2007 para mejorar la calidad de los procesos educativos y fortalecer el perfil profesional y la calidad de los egresados de las instituciones públicas de educación superior. A través del programa, se invita a las instituciones de educación superior públicas asociadas que ofrecen programas académicos de Técnico Superior Universitario o Licenciatura, para que continúen mejorando sus procesos de formación profesional y que presenten proyectos académicos que contribuyan a mejorar el aprendizaje de los alumnos e incrementen sus habilidades y competencias profesionales. Cuyo objeto es contribuir a la mejora de la calidad de la educación que ofrecen las instituciones públicas asociadas, mediante el apoyo a proyectos que favorezcan una mejor formación académica, el desarrollo de competencias profesionales, la permanencia en las aulas y el egreso oportuno de los estudiantes (ANUIES, 2007).

### C. Metodología

La presente investigación es de tipo descriptivo de no intervención, misma que se llevó a cabo en la Unidad Académica de Contaduría y Administración de la UAN, durante el periodo Enero – Abril del 2017, la cual se aplicó a una muestra de 454 alumnos de la licenciatura en contaduría mediante el muestreo aleatorio simple, teniendo una población de 1,264 alumnos (Monroy, 2017) para lo cual se utilizó la siguiente fórmula de población finita:

$$n = \frac{K^2 p q N}{E^2 (N-1) + K^2 p q}$$

Considerando un nivel de confianza del 95% y un error del 5% con 0.5 grado máximo de variabilidad positiva y 0.5 grado máximo de variabilidad negativa, se obtuvo una muestra de 467 alumnos.

Mediante el seguimiento de una secuencia metodológica mixta, es decir, apoyada tanto en el método cuantitativo y cualitativo, se procuró recolectar y analizar datos que permitieron ofrecer respuestas a las preguntas planteadas. En un principio, se recurrió al enfoque cualitativo para describir el comportamiento de las variables del objeto de estudio. Y posteriormente, se hizo un análisis de tipo cuantitativo para recoger y analizar los datos sobre las variables previamente identificadas desde esta perspectiva.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

De acuerdo a la aplicación del instrumento previamente diseñado, el cual fue semi - estructurado con preguntas cerradas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Según el ítem 1; el 100 % de la muestra determinada a encuestar, utiliza o ha utilizado en alguna ocasión alguna tecnología de información y comunicación en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Las respuestas dadas a la ítem 2; arrojaron lo siguiente, el 58 % de los alumnos encuestados, utilizan el internet como apoyo en el proceso enseñanza aprendizaje, el 12 % se apoya consultando los libros físicos, el 19 % utiliza el celular, el 4 % obtiene información de la televisión, el 3 % consulta revistas, el 2 % escucha el radio, el 1 % consulta entrevistas y el 1 % el periódico como tecnología de información y comunicación para cuestiones académicas, y contribuir positivamente en su proceso de enseñanza aprendizaje.

Las tecnologías de información y la comunicación, son un apoyo para diversas actividades de la vida diaria, la ítem 3, muestra que en el proceso de enseñanza aprendizaje, los alumnos encuestados las utilizan en un 69 % para buscar información, un 18 % para compartir documentos académicos o de otra índole, un 9 % para compartir conocimientos entre compañero y el 4 % para compartir conocimientos entre docentes.

En el ítem 4, se les cuestionó a los alumnos encuestados, si han intentado realizar alguna actividad tanto de enseñanza como de aprendizaje sin conectarse a internet, el 28 % mencionó que casi siempre intenta realizar sus actividades académicas sin conectarse a internet, el 64 % comentó que nunca ha intentado realizar alguna actividad académica sin la ayuda del internet, en tanto que el 8 % contestó que siempre intenta realizar dichas actividades sin la concepción a internet (Tecnologías de información y comunicación digitales).

De los 467 encuestados de la licenciatura de contaduría, el 96 % de ellos manifestaron que el docente utiliza o ha utilizado alguna tecnologías de información y la comunicación en el proceso de enseñanza aprendizaje, en tanto que solo el 4 % de ellos manifestaron que el docente no utiliza alguna tecnologías de información y la comunicación en este proceso de enseñanza aprendizaje, según su respuestas al ítem 5.

Hoy en día tanto docentes como alumnos tienen más y mejor acceso a las tecnologías de información y comunicación, los encuestados consideran en el ítem 6 qué, en un 58 %, que el internet es la tecnologías de información y la comunicación que propicia un mejor proceso de enseñanza aprendizaje, en tanto que el 12 % menciona a los libros, el 19 % al celular, el 3 % a las revistas, el 1 % a las entrevistas, el 4 % a la televisión, el 2 % al radio y 1 % periódico.

De acuerdo a las respuestas a la ítem 7; la totalidad de los docentes utilizan alguna tecnologías de información y la comunicación en su proceso enseñanza aprendizaje, el 31 % de los docentes las utiliza para compartir archivos, el 44 % para buscar información, el 18 % para compartir conocimientos entre compañeros o alumnos y el 7 % para compartir conocimientos entre docentes.

La respuesta al ítem 8; el 87 % de los alumnos encuestados consideran que el uso de las tecnologías de información y la comunicación genera en gran medida un mejor proceso enseñanza aprendizaje, el 11 % mencionan que propicia en poca medida mejor proceso y el 2 % manifestaron que el uso de las tic's propicia una mal proceso de enseñanza aprendizaje.

## Conclusiones

Se considera que los alumnos de aquellas universidades que tienen acceso a esas tecnologías son mejor preparados que aquellos que tienen un acceso limitado o nulo.

Según los resultados arrojados por la encuesta, se puede observar que tanto docentes como alumnos sin importar el semestre donde estén impartiendo clases o estén cursando su licenciatura utilizan o han utilizado las tecnologías de información y la comunicación para llevar a cabo el proceso enseñanza aprendizaje.

Las tecnologías más usadas en dicho proceso son internet, los libros y el celular, respectivamente; cabe señalar que con el uso del internet tanto en la computadora como en el celular o en cualquier dispositivo móvil se puede tener acceso a la mayoría de las tecnologías de información y la comunicación, solo que de manera digital.

El 69 % de los alumnos utilizan las tecnologías de información y la comunicación para buscar información que contribuya en su proceso enseñanza aprendizaje y el porcentaje restante esta dividido prácticamente igual entre el compartir documentos e información entre alumnos y docentes.

El 96 % de los 467 encuestados, comentaron que los docentes si utilizan o han utilizado alguna tecnologías de información y la comunicación en el proceso enseñanza aprendizaje, lo cual garantiza un mejor resultado en la adquisición de competencias y habilidades por parte de los alumnos, quienes consideran al internet y a los libros físicos las tecnologías de información y la comunicación idóneas para mejorar este proceso.

Si bien es cierto quien tiene acceso al internet cuenta con mayor posibilidad de acceder a la información de manera más rápida, sin que ello garantice su correcto análisis, clasificación y comprensión.

Así mismo esta investigación pretende hacer conciencia entre docentes y alumnos, que la buena y adecuada utilización de las multimencionadas tecnologías de información y la comunicación, podrían contribuir en gran medida a un mejor proceso de enseñanza aprendizaje.

Se ha observado que los alumnos de la licenciatura en contaduría exigen siempre poder estar conectados a internet y así acceder a estas tecnologías, por comentario de los propios alumno y de docentes, se ha notado que del tiempo conectado a este servicio, es utilizado para visitar redes sociales (que podría no contribuir al proceso mencionado) y no para la consulta de material de la unidad de aprendizaje que se está cursando, motivo por el cual algunos docentes se han visto en la necesidad de restringir el uso de lap top, tabletas, celulares, etc. A menos que sea estrictamente necesaria para la actividad que se esté llevando a cabo.

## Recomendaciones

Se recomienda que tanto docentes como alumnos en el manejo de estas tecnologías de información y la comunicación para mejorar el proceso enseñanza aprendizaje, ya que en la actualidad tanto es responsabilidad del docente impartir su cátedra apoyados de las tecnologías de información y la comunicación, como del propio alumnos ser auto-didacta y saber analizar y criticar la información que consulta.

Además es conveniente que tanto al interior de la Unidad Académica de Contaduría y Administración donde se oferta la licenciatura en contaduría, como en la todo el Campus Universitario se mejore en gran medida la red alámbrica e inalámbrica de internet.

Por último, cabe mencionar que si bien es cierto se cuenta con docentes que por su edad no saben utilizar la mayoría de las tecnologías de información y la comunicación (digitales); también es cierto que existe una gran resistencia al cambio o a la modernidad, se recomienda hacer conciencia de ello para facilitar el proceso a ambas partes (docentes y alumnos), también resulta propicio reconocer que cada vez son los docentes con mucha antigüedad en la práctica docente que se han interesado en incursionar en el uso de las tic's, toda vez que han tomado conciencia que para las nuevas generaciones resultan indispensables para la realización de cualquier actividad.

## Referencias

- ANUIES. (2007). ANUIES. Retrieved 25 de Enero de 2016 from Programa de Apoyo a la Formación Profesional : <http://www.anui.es.mx/programas-y-proyectos/programa-de-apoyo-a-la-formacion-profesional-pafp>
- Aprendizaje, P. d. (28 de Febrero de 2016). *Maristas.edu.mx*. Retrieved 1 de Marzo de 2016 from Proceso de Enseñanza Aprendizaje: [www.maristas.edu.mx/p/6/proceso-de-enseñanza-aprendizaje](http://www.maristas.edu.mx/p/6/proceso-de-enseñanza-aprendizaje)
- Arteaga, D. H. (4 de Marzo de 2016). Coordinador de Sistema Semiescolarizado. (D. I. Bernal, Interviewer)

Piaget, J. (01 de Noviembre de 2009). *Scribd*. Retrieved 16 de Febrero de 2016 from Scribd: [es.scribd.com/doc/1972411/PIAGET-BRUNER-VOGOTSKY#scribd](https://es.scribd.com/doc/1972411/PIAGET-BRUNER-VOGOTSKY#scribd)

TIC's?, ¿. s. (13 de Abril de 2011). <http://noticias.iberestudios.com/>. Retrieved 22 de Febrero de 2016 from <http://noticias.iberestudios.com/:http://noticias.iberestudios.com/%C2%BFque-son-las-tic-y-para-que-sirven/>

Vygotsky, L. (01 de Noviembre de 2009). *Scribd*. Retrieved 16 de Febrero de 2016 from Scribd: [es.scribd.com/doc/21972411/PIAGET-BRUNER-VIGOTSKY#scribd](https://es.scribd.com/doc/21972411/PIAGET-BRUNER-VIGOTSKY#scribd)

# La confusión de poderes en las instituciones de la América Virreinal: La Corona y la Santa Sede

Dra. Jessica Marcelli Sánchez<sup>1</sup>

**Resumen-** El presente artículo comprende el proceso formativo de las instituciones americanas que implican a la Corona española, a la Santa Sede y a las ordenes religiosas. La formación de las primeras instituciones crea un aparato burocrático que conforma la base administrativa y política de la nueva sociedad novo hispana. Sobre la formación de las nuevas bases burocráticas estarán en juego las nuevas reglas y lineamientos para la entrada de libros y la formación de Bibliotecas en el nuevo territorio. Dicho proceso se hace presente a partir de la institución del Regio Patronato y a través de la instauración de las bulas alejandrinas que conforman la base legal de la conquista y la sucesiva ocupación española. Se revisará el período de gestación de la legislación política en la primera mitad del siglo XVI y el proceso en la aplicación de las antiguas normas europeas en un nuevo contexto geográfico y social.

**Palabras clave-** Instituciones virreinales, Burocracia Hispana, Santa Sede, ordenes religiosas.

## Introducción

La problemática central del presente artículo se enfoca en las disputas suscitadas entre la Corona española y la Santa Sede ante el consecuente derecho y la soberanía de los nuevos territorios descubiertos. La atención gira en torno a los derechos concedidos en el Patronato Regio y la primera etapa del siglo XVI, es decir, en torno a los primeros intentos de organización ante un suceso extraordinario. Los casos que se presentan fueron encontrados en bibliografía especializada, así como en documentación inédita localizada en la comunicación institucional entre la Santa Sede y la Corona española. Los breves, ordenanzas o mandatos que afectaron directa e indirectamente a las cuestiones burocráticas de la colonia por medio del Patronato Regio han sido rescatados del Archivos de Indias en la ciudad de Sevilla, España.

El descubrimiento de América en los albores del siglo XVI representa un momento de singular significado histórico para Europa y el Nuevo Mundo. El acontecimiento de la conquista americana hace rediseñar las coordenadas espaciales dentro de las cuales se vive y se comienza a gestar un nuevo sentido de la historia. Los mapas geográficos se deben de modificar después de los escritos de Colón y de Amerigo Vesputio, de quien en su honor se propone públicamente el nombre de “América” al nuevo continente. Los escritores inician a difundir entre los intelectuales, altos funcionarios y eclesiásticos las narraciones de los navegadores, sin que esto significara que la mayor parte de ellos haya tenido idea de cuanto el descubrimiento podía afectar al pensamiento filosófico y jurídico en los años sucesivos. En los primeros años posteriores a la conquista, es difícil imaginar, para la Corona y la Iglesia, las dificultades que se habrían desencadenado en los años venideros.

Las ideas, costumbres e instituciones españolas se “transfieren” en el tiempo y en el espacio a otro escenario histórico. Lejana y totalmente distinta de aquella Europa, en América se fundan los conventos, los centros de estudio y los gobiernos con las mismas estructuras de aquellos de la Europa de los siglos anteriores. A partir de la conquista de los nuevos territorios, España inicia un proceso de colonización que sienta las bases para construir un nuevo reino. La Santa Sede se manifiesta a través de la política religiosa, a través de las ordenes religiosas mendicantes y la jerarquía eclesiástica enviada. En un primer momento, los conquistadores persiguen aumentar sus riquezas y lograr títulos regios para el gobierno de sus tierras. Los religiosos por su parte, tendrán la responsabilidad de interactuar con los indígenas, aprender sus lenguas y enseñar el castellano junto con la religión católica. Es entonces que queda en manos de los religiosos la labor de erigir las escuelas, los hospitales y el evangelizar a la población para construir una nueva sociedad.

La autoridad papal sobre las tierras concedidas a la Corona española se origina en una concesión teocrática medieval que reconoce al papa como *Dominus Orbis*, es decir, dotado de un poder universal espiritual como temporal en la tierra. La naturaleza de dicho poder universal hace emerger grandes controversias, sobre todo entre los intelectuales de la época. Sin embargo, como veremos a lo largo del artículo, los derechos del Patronato Regio no significarán una renuncia por parte del papado a interesarse activamente a la vida de la iglesia en los territorios. De la misma forma, el Regio Patronato no dará poder absoluto a la Corona española y por todo lo largo de la colonia tendrá lugar un juego de poderes y una confusión constante de los roles de autoridad de ambas partes. A manera de ejemplo, se presentarán algunos casos en los que encontramos normativas expedidas con poco años de diferencia y

<sup>1</sup> Jessica Marcelli Sánchez es profesor investigador de Tiempo Completo en el Centro Universitario de Tonalá (CUTonalá), de la Universidad de Guadalajara: [jessica.marcelli@cutonala.udg.mx](mailto:jessica.marcelli@cutonala.udg.mx)

que se contradicen una a la otra, situación que se traduce en una confusión total sobre las normas a seguir y las normas a ignorar.

### **El origen de la burocracia: Los derechos del Patronato Regio**

El Patronato Regio da plena legalidad a la existencia del aparato burocrático español en América y ratifica la voluntad del Papa para asignar a la Corona española la responsabilidad de la evangelización del continente americano. Constituye de hecho, el conjunto de privilegios y facultades concedidas de la Santa Sede a los soberanos españoles (y más tarde al reino portugués) en cambio de la obligación de estos últimos a hacerse cargo de la evangelización y de establecer y consolidar la Iglesia católica en América. El sistema patronal es entendido como el auto de sesión de la autoridad temporal sobre un territorio por parte de la Santa Sede a través de la asignación de una ocupación paralela a la evangelización y a la defensa y expansión del cristianismo, y tiene su origen en el tardo medievo. (De la Hera, 1992) La Santa Sede hizo común esta práctica cuando concedía parte de la jurisdicción, incluida la espiritual, de los pueblos cristianizados en los tiempos de las cruzadas. El Patronato aparece en el derecho canónico cuando la Iglesia concedía los privilegios a los reyes y a los laicos que fundaban iglesias o capillas para proponer los candidatos que las regían.

Desde el punto de vista canónico, la instauración del Regio Patronato representa una primer solución, jurídica e institucional, a las nuevas exigencias misionarias puestas por los grandes descubrimientos y los grandes territorios por colonizar. Después de la conquista americana, el sistema del Patronato viene aplicado al nuevo mundo y en base a estos derechos, se reglamentan todos los aspectos de la vida eclesiástica americana. En virtud de los derechos patronales era reconocida al rey de España la facultad de financiar las diócesis y al resto de las instituciones eclesiásticas; de aprobar las fundaciones de nuevos conventos y de presentar a Roma el obispo, arzobispo y otros cargos eclesiásticos para nombrar en cada sede episcopal. De esta forma, los preladados debían rendir cuentas de los propios actos tanto al soberano como al pontífice. (De la Hera, 1992) Este derecho de presentación significó para la Corona la posibilidad de configurar la fisonomía de la jerarquía eclesiástica en el nuevo mundo y de intentar conducir firmemente la acción religiosa y política, vinculándola a los intereses de la monarquía.

Sin embargo, existían las limitaciones al poder del soberano, al cual no estaba permitida la potestad de establecer los límites territoriales de las diócesis o de cambiarlos; de nombrar a los titulares de los beneficios y rentas eclesiásticas; de escoger a los religiosos para enviarlos en misiones o de mandarlos de nuevo en Europa si no estaba satisfecho con su desempeño. (Cantú, 2007) El fruto del cobro de los diezmos de las nuevas iglesias debía ser utilizado para distribuir con discreción en lo necesario para el sostenimiento del clero, del culto religioso, de las acciones de las misiones y de las obras eclesiásticas americanas en general.

En los primeros años posteriores al descubrimiento de América, el poder del Patronato español sobre los asuntos de gobierno de América se puede comprender en el contexto de una crisis general y profunda que afectaba a la Iglesia en el momento de la conquista. En la curia romana de la primera mitad del siglo XVI, la noticia sobre el descubrimiento aparece inicialmente débil, pues su atención era requerida en otras cuestiones de suma importancia. El desorden político penetraba en los distintos territorios del Estado de la Iglesia y para la Santa Sede la fractura interna, obra de los reformadores, y la creciente amenaza turca eran cuestiones mucho más importantes de aquello que podría suceder al otro lado del océano. Sin embargo, la aplicación y la práctica de los derechos del patronato regio no generan un aislamiento de la Santa Sede en los enfrentamientos con América y no representan una renuncia por parte del papado a interesarse activamente a la vida de la Iglesia en aquellos territorios. Existe siempre un canal directo y sin la mediación de la corona para la comunicación entre Roma y las Indias, sea a través de las ordenes religiosas, sea a través de contactos directos con los obispos o a través de los mismos fieles que residen en América.

Es de notar la propuesta del estudioso Lajos Pásztor, quien pone en evidencia las distintas tácticas de relación entre el papado y América, a pesar de la existencia del sistema de Patronato Regio. En su estudio, el autor defiende la idea de que las relaciones entre la Santa Sede y América persisten en el movimiento de evangelización desde el inicio en diferentes niveles, en aquello que el autor describe como: el plan “político – diplomático”, en aquello “eclesiástico” y por último, en aquello estrictamente religioso, apostólico y misionero. (Pásztor, 1984) Por otro lado, existe además una serie de funciones que el Papa reserva solo para su persona frente a toda la comunidad cristiana, a pesar de que los derechos sobre organización eclesiástica y nombramiento de nuevos obispos quedan reservados a los soberanos españoles. No hay que olvidar que diversos asuntos relativos a negocios o ciertos problemas, deben pasar a través de las asambleas y las congregaciones generales y particulares de los cardenales celebradas en relación con los mismos cabildos, antes de alcanzar la confirmación pontificia. Dicha confirmación es expresada después en una bula o en un breve. (Cassi, 2004) De la misma forma, las concesiones de indulgencia, las dispensas, y las gracias de distinta naturaleza, así como las absoluciones, guardan exclusivamente al Pontífice.

### La documentación sobre un conflicto anunciado

En los primeros años de la conquista, cuando la vastedad de los territorios era imprecisa y la Iglesia se encontraba en proceso de organización, el envío de los religiosos a las Indias no estaba del todo regulado. De acuerdo a los derechos del Regio Patronato, la organización de las misiones competía únicamente a la Corona española. Sin embargo, en la práctica, los asuntos se resolvían de manera diferente, pues al tratarse de grupos de religiosos y fieles a la Curia romana, la Santa Sede no podía ser totalmente indiferente de tales asuntos. La falta de un compendio oficial de leyes provocó que se expidieran, en diversas ocasiones, varios mandatos para regular una misma norma y que en ocasiones se contradecían entre sí. Esta situación se traduce en una gran confusión de poderes en las instituciones coloniales, como lo confirma la documentación de la época.

En el Archivo de Indias de la ciudad de Sevilla, por ejemplo, encontramos una serie de manuscritos relativos al envío de religiosos en América que implican a la Santa Sede y a la Corona española. Uno de ellos es un breve pontificio escrito en el año de 1532 por el Papa Clemente VII, el cual permite el pasaje de varios misioneros en América. El breve pontificio enfatiza en el hecho de que dicha actividad debe de ser siempre aprobada por sus preladados y por la Santa Sede, dada su naturaleza religiosa. El documento es acompañado por una lista con los nombres de 120 franciscanos, setenta dominicos y diez Jerónimos, todos ellos con permiso para embarcarse hacia América. El manuscrito es fechado en Roma el 19 de octubre de 1532 y se puede consultar en Archivo histórico de las Indias en la ciudad de Sevilla, en la sección de Patronato (AGI, PATRONATO, 1, N.20, v.3). En el mismo archivo se encuentra el documento que confirma la partida de los religiosos hacia América, mismo que es fechado en el mismo año de 1532 (AGI, PATRONATO, 1, N.23, r.2). Llama la atención de que en el documento citado, el pontífice no hace mención del Patronato o de los derechos de la Corona española para decidir el número y origen de los religiosos a embarcarse y se limita a ejercer su amplia potestad. Años más tarde, encontraremos un documento en el que la Corona española, ejerciendo sus derechos patronales, toma cartas en el asunto. Se trata de un edicto expedido por el emperador Carlos V en el año de 1554, el cual contradice a nuestro documento anterior, pero sobre todo, contradice al Pontífice Clemente VII, es decir, a la Santa Sede. (AGI, PATRONATO, 2, N.18, r.1). En dicho documento, el monarca permite a los misioneros embarcarse hacia América sin la necesidad de contar con ningún permiso por parte de sus preladados y mucho menos por la Santa Sede.

Ante tal situación, los misioneros interesados en viajar al nuevo mundo en el siglo XVI no sabían con exactitud que norma seguir, pero siendo fieles a su orden religiosa antes que a la Corona, los religiosos seguían los mandatos directos de su casa conventual. La confusión en los lineamientos y las autoridades a obedecer, será una constante para los personajes involucrados en los viajes al Nuevo Mundo del siglo XVI.

La problemática no se limitaba a los permisos de traslados de los religiosos, como podemos constatar con otro ejemplo de confusión de poderes que gira en torno a las fundaciones de los centros de estudio y las primeras universidades en América. La falta de normas precisas permite iniciar la construcción de la Universidad de México contando únicamente con la aprobación de la Corona española, pero sin el reconocimiento oficial de la Santa Sede. De esta manera, la primera universidad inicia las actividades didácticas tan solo con el reconocimiento regio. Sin embargo, cuando los primeros grupos de estudiantes cursan los programas de estudio y surgen las primeras generaciones de graduados, los títulos obtenidos no cuentan con ninguna validez oficial, ya que el centro no opera con el reconocimiento del Pontífice. Es necesario entonces conseguir la aprobación eclesiástica para que la Universidad tenga validez oficial. Esta situación se puede corroborar mediante una carta fechada en 1596 y escrita por el entonces arzobispo de México al Consejo de Indias. La carta se localiza en el Archivo de Indias de Sevilla, en la sección de gobierno (AGI, MÉXICO, 1, n.39, r.34). En dicho manuscrito el arzobispo pide ayuda al rey, a través de su Consejo de Indias, para pagar los derechos de la bula pontificia necesaria para legitimar los títulos universitarios. El documento menciona que la bula debía de ser pagada a la par de la fundación de la Universidad y que su solicitud se remontaba al año de 1588. Los dos poderes resultan necesarios para la construcción de centros de estudio y en esta primera etapa de la colonia, ninguno es independiente del otro.

En otro ejemplo sobre la confusión de poderes, la Santa Sede intenta imponer su autoridad sobre la Corona española, en los constantes debates de la época sobre la naturaleza de los indígenas, producto de los informes sobre maltrato de los indígenas en el nuevo territorio. En el caso encontramos a dos frailes dominicos que informan al Papa acerca de los maltratos a los cuales eran puestos los indios de manera constante por parte de los conquistadores. Fray Bernardo de Minora y Fray Julián Garces, obispo de Tlaxcala se dirigen a Roma para contar la situación de los Indios en América, sin pasar por el permiso obligado del emperador Carlos V. El Papa Paulo III, al ser informado de la situación promulga la bula *Veritas Ipsa* el 2 de junio de 1537, con la sentencia: "*Indios veros homines esse*" que afirmaba la naturaleza humana de los indígenas y trataba de poner fin a los debates sobre la naturaleza animal y salvaje de los mismos. (Metzler, 1991). El documento atestigua la primera toma de conciencia pública sobre la posición doctrinal del Papa en el derecho de los indígenas a la libertad y a la Fe. En la bula *Veritas Ipsa* (conocida también como *Sublimis Deus* o *Excelsus Deus*), Paulo III afirma que los indígenas son capaces de

recibir y abrazar la Fe cristiana. La bula es enviada directamente en América sin pasar por la revisión burocrática obligatoria de la Corona, motivo por el cual el emperador, basándose en sus derechos de Patronato, la retiene no válida y la manda prohibir. (Cantú, 2007).

Otro ejemplo de la confusión de poderes, lo representa el intento para mediar, de manera directa, la comunicación entre Roma y América a través del proyecto de la creación de una nunciatura indiana. Desde los primeros años del siglo XVI en España como en América, surge la necesidad de instituir un tribunal para solucionar los casos particulares de los fieles en territorios lejanos a la curia romana. Tal proyecto se realiza hasta la segunda mitad del siglo XVI, sin embargo, la propuesta y la gestión para crearla puede significar un enlace indirecto entre la Iglesia del nuevo mundo y la Santa Sede. A partir de la creación de la nunciatura se mantienen las relaciones con las provincias americanas y se trata de lograr una comunicación sin mediaciones por parte de la corona, como se hace evidente en varias relaciones sobre la jurisdicción del nuncio de España en las Indias. (Olarra, 1948) El Consejo de Indias reprueba varias de las acciones del primer nuncio en América, Felipe Segá, y lo acusa de sobrepasar su autoridad. Felipe Segá recibe relaciones, memorias y causas provenientes de las diócesis indianas. Las informaciones provistas por el nuncio a la Santa Sede constituyen el legado que busca la Iglesia y permite un cierto control en las cuestiones de la Iglesia indiana. Esta relación representa un momento de fuerte tensión entre el nuncio y el Consejo de las Indias. Sobre estos acontecimientos se vea la obra de Fernández Collado (Fernández Collado, 1991). El Consejo pide que se revisen oficialmente los breves apostólicos relativos a sus facultades en las Indias para verificar sus límites y acciones en el territorio. La intención de enviar un legado pontificio en América persiste al menos hasta los primeros años del siglo XVII.

Los problemas suscitados por el ejercicio de los derechos del Patronato Regio no conciernen solo a la Corona y a la Santa Sede, sino que son también el origen de conflictos con las ordenes religiosas y los obispos que pretenden liberarse de los límites que la política regia impone en el ejercicio de su poder jurisdiccional. Los obispos diocesanos buscan tener mayor capacidad de intervención y libertad de acción en el escenario americano, reconociéndose dependientes exclusivamente de la autoridad del Pontífice. (De la Hera, 1992) De frente a esta situación, los reyes españoles se sostienen de sus derechos y la situación entra en conflicto en distintas ocasiones con los intereses de la Santa Sede. Durante el reino de Felipe II se intenta ampliar el control sobre las ordenes religiosas mediante la institución de comisarios especiales mandados para vigilar el comportamiento de las mismas. La Corona pretende que dichos comisarios desarrollen el rol de generales en cada convento de las Indias, pero tal intervención al parecer solamente funciona con real efecto en un convento franciscano en el 1572. (De Leturia, 1959) De frente a las políticas de Felipe II, los pontífices buscarán establecer enlaces directos entre Roma y América y constantemente se encontrarán casos en los que pretenden saltar el poder real.

### **A manera de conclusión**

El gran poder que el Patronato Regio parece conceder a la Corona española sobre la Santa Sede se puede comprender en el contexto de una crisis general que vinculaba a la Santa Sede al momento de la conquista. En Roma, en la primera mitad del siglo XVI el eco del descubrimiento comenzó débil debido a que concentraba gran parte de su atención en otras urgentes cuestiones. El desorden político penetraba en los distintos territorios del estado de la Iglesia y la fractura interna que se creaba por obra de los reformadores, así como la creciente amenaza turca eran cuestiones más importantes al momento, de lo que un grupo de españoles hacía al otro lado del océano. En el siglo XVI además, se carece de una conciencia precisa de la dimensión e importancia del territorio descubierto.

Es posible concluir como a pesar de los poderes de la Iglesia y de la Corona española, en el Nuevo Mundo se gobierna a partir de un consenso común según las necesidades particulares. La confusión general que se vive en la Nueva España, debido al lento despacho de leyes; al despacho de diferentes normas por parte de Corona e Iglesia y a la falta de una clara y ágil comunicación entre las dos partes, ayuda a entender como las ordenes religiosas carecen de seguridad sobre la autoridad a obedecer en los asuntos eclesiásticos y administrativos. Dicha confusión crea la necesidad de buscar las raíces de su misma orden para actuar según sus estatutos y constituciones. Esta búsqueda de sus principios nos hace identificar un legado estrecho e importante entre sus fundamentos y tradiciones medievales y el nuevo mundo.

Conforme pasan los años y después del acontecimiento del Concilio de Trento, la Iglesia en América estará más organizada. Se celebrarán de manera regular los concilios provinciales y los sínodos diocesanos en las provincias americanas. Se aumentará el control canónico sobre algunas situaciones particulares que se presentan en la sociedad americana, como es el caso de conceder al obispo la facultad de emitir las dispensas. En seguida, la Santa Sede se coloca con sus oficiales apostólicos, como la suprema instancia de juicio de los numerosos conflictos que oponían los obispos a los mendicantes en el intento de reducir su independencia. A partir de dicho concilio y

con base en la documentación revisada, se observa un aumento de intercambios directos entre la Santa Sede y las instituciones de las Indias en los procesos históricos de la colonia.

Los procesos en la administración americana aumentarán la necesidad de encaminarse a Roma y con el tiempo, la Iglesia comenzará a tener relaciones más directas con el Nuevo Mundo. Roma intervendrá de manera más estrecha en la colonización de América y en la consolidación de una Iglesia americana. El poder del Patronato Regio comenzará a menguar su poder de manera paulatina y a partir del nacimiento, en el 1622 de la Congregación *De Propaganda Fide*, de manera determinante. La nueva Congregación será creada para dirigir la obra misionera de la Iglesia en el mundo y su papel sustituirá a las viejas estructuras. La confusión de poderes entre la Corona y la Santa Sede terminarán a la par de la consolidación de una estructura jurídica que limitará las funciones de ambas instituciones.

### Referencias bibliográficas

Cantú, F., *Popolo della storia o popolo dell'Apocalisse? Il dibattito sull'evangelizzazione del Nuovo Mondo*, en *La conquista spirituale. Studi sull'evangelizzazione del Nuovo Mondo*, Roma, 2007.

Cassi, A. A., *Ius commune tra vecchio e Nuovo Mondo. Mari terre oro nel diritto della Conquista (1492- 1689)*, Milano, 2004.

De La Hera, A., *El Regio Patronato Indiano*, en id., *Iglesia y Corona en la América Española*, Madrid, 1992.

Fernández Collado, A., *Gregorio XIII y Felipe II en la nunciatura de Felipe Segá (1577-1581). Aspectos político, jurisdiccional y de reforma*. Toledo, 1991.

Olarra Garmendia, J., M.L. Larramendi, *índices de la Correspondencia entre la Nunciatura en España y la Santa Sede, durante el Reinado de Felipe II*, Madrid, 1948.

P. De Leturia *Relaciones entre la Santa sede e hispanoamérica*, Roma, 1959, vol. I,

Pásztor, L., *I francescani nell'America Latina e la curia romana*, en *Diffusione del Francescanesimo nelle Americhe*, Assisi, 1984.

### Referencias documentales

Archivo General de Indias, Sevilla, España:

AGI, Sección Patronato, Caja:1, expediente: 20, verso:3

AGI, Sección Patronato, Caja:1, expediente: 23, recto: 2

AGI, Sección Patronato, Caja: 2, expediente:18, recto:1

AGI, Sección Gobierno / México, Caja: 1, expediente 39, recto: 34

# GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EMPRESAS: IMPLEMENTACIÓN DE UNA BASE DE DATOS PARA SU DIAGNÓSTICO

María de los Ángeles Márquez Sánchez Lic.<sup>1</sup>, Mtro. I.S. Luis Manuel López Hernández<sup>2</sup>,  
Eduardo Antonio Esparza Cándido<sup>3</sup> y Jahaziel Emmanuel Luna Aceves<sup>4</sup>

**Resumen**— En el presente documento se describe el análisis, diseño e implementación de una base de datos para un sistema de diagnóstico de las prácticas de gestión del conocimiento, investigación e innovación en empresas mexicanas, en esta primera parte sólo se presentan los módulos de clasificación por sectores industriales y sus prácticas de gestión. El objetivo principal de la implementación consiste en administrar los datos de manera estructurada, consistente y segura para la generación de informes estadísticos y determinación de posicionamiento de una empresa por sector. Se utiliza como herramienta de desarrollo el gestor de base de datos SQL Server con un modelo relacional que permite el almacenamiento de los reactivos y su posterior evaluación a través de fórmulas con las que se miden escalas de diversos grados de complejidad.

**Palabras clave**—diseño de base de datos, sistema de diagnóstico, gestión del conocimiento, empresas.

## Introducción

En la actualidad, la información es considerado uno de los recursos más importantes de las empresas para la toma de decisiones, sin embargo el manejo de grandes cantidades de datos resulta realmente complejo, si no se cuenta con un sistema informático conformado por el binomio Aplicación - Base de Datos, que permita agilizar el manejo y análisis de datos.

El desarrollo de un sistema de diagnóstico de las prácticas de gestión del conocimiento, investigación e innovación en empresas mexicanas, tiene como objetivo brindar una herramienta automatizada, que permita realizar un análisis situacional del giro de la empresa y sus prácticas de gestión del conocimiento, así como de sus capacidades de innovación (Villalobos, Romo, López, Márquez, 2016) y competencias investigativas (Romo, Villalobos, López, Márquez, 2016), a través de fórmulas con las que se miden escalas de diversos grados de complejidad que permitan evaluar y genera informes estadísticos.

El análisis, diseño e implementación de la base de datos ATProud, forma parte del desarrollo de este sistema, el cual fue diseñado empujando una arquitectura modular que incluye: Empresa, Gestión del Conocimiento, Investigación e Innovación, como módulos principales y con una estructura de interconexión en dos entornos de aplicaciones: Web y Móvil.

En esta primera parte, se presenta el diseño de la base de datos que permitirá integrar las respuestas a los cuestionarios correspondientes a los módulos de Empresas y Gestión del Conocimiento, los cuales se componen de 18 y 13 reactivos respectivamente, que permiten indagar el contexto de alta tecnología y las prácticas de gestión del conocimiento (Villalobos, Romo, 2015).

El desarrollo de la base de datos incluye los diseños conceptual, lógico y físico de la misma, utilizando un modelo de implementación relacional, que permita contar con una base de datos estructurada, con la finalidad de generar informes estadísticos a partir de los datos con que se alimenta el sistema y determinar el posicionamiento que guarda cada empresa con respecto a otras del mismo sector; considerando la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE, 2009). De igual manera se deberá garantizar su consistencia y seguridad, por lo cual se realizó un análisis para elegir el sistema gestor de base de datos (SGBD) que permitiera la interconexión de la base de datos con las aplicaciones web y móvil.

<sup>1</sup> María de los Ángeles Márquez Sánchez Lic. es Presidenta de la Academia de Tecnologías de la Información a nivel Institucional y Profesora de la carrera de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Universidad Tecnológica de Jalisco, México. [amarquez@utj.edu.mx](mailto:amarquez@utj.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Mtro. I.S. Luis Manuel López Hernández es Profesor de la carrera de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Universidad Tecnológica de Jalisco, México. [llopez@utj.edu.mx](mailto:llopez@utj.edu.mx)

<sup>3</sup> Eduardo Antonio Esparza Cándido es Alumno de la carrera de TSU Tecnologías de la información y comunicación área Sistemas Informáticos en la Universidad Tecnológica de Jalisco, México. [tonyesparzac@gmail.com](mailto:tonyesparzac@gmail.com)

<sup>4</sup> Jahaziel Emmanuel Luna Aceves es Alumno de Tecnologías de la información y la comunicación en área de sistemas informáticos en la Universidad Tecnológica de Jalisco, México. [jahaziel.e.luna@gmail.com](mailto:jahaziel.e.luna@gmail.com)

### Descripción del Método

Para el análisis, diseño e implementación de la base de datos, se utilizó el proceso de diseño de una base de datos propuesto por Elmasri y Navathe (2007), compuesto de cuatro etapas, de las cuales se obtuvieron productos que garanticen su consistencia, seguridad y mantenimiento de acuerdo con la Figura 1.

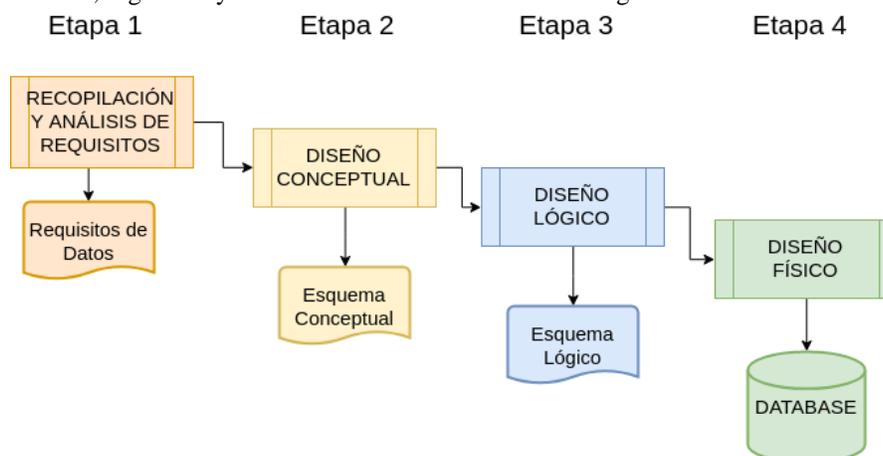


Figura 1. Etapas Propuestas para el Diseño de la Base de Datos.

#### Descripción de etapas para el método

Durante la Etapa 1 se realiza la recopilación y análisis de los requerimientos del sistema, tomando como base principalmente tres documentos: Listado de las preguntas de los cuestionarios, metodología de evaluación de los reactivos y esquema de los resultados de cada módulo.

En la Etapa 2 se desarrolla el diseño conceptual de la base de datos, mediante un modelo de datos de alto nivel, conocido como Diagrama Entidad-Relación (DER), en el cual se describen las entidades, atributos y vínculos que permitirán estructurar los datos correspondientes a las respuestas de los cuestionamientos de los módulos de Empresas y Gestión del conocimiento.

En la Etapa 3 se desarrolla el diseño lógico de la base de datos, mediante un modelo de datos de implementación como es el Relacional, siguiendo el procedimiento de transformación del DER a Modelo Relacional propuesto por Elmasri y Navathe (2007), obteniendo como producto las relaciones o tablas y sus atributos, así como las claves primarias y foráneas requeridas. A partir de este esquema lógico se define el diccionario de datos, que contiene la descripción de los objetos que compondrán la base de datos.

Finalmente, en la Etapa 4, se elige a SQL Server como SGBD en el cual se implementará la base de datos y se realiza la traducción del diseño lógico, mediante código SQL (Script), en el cual se incluye la definición de consultas complejas y vistas que serán utilizadas en la generación de los reportes estadísticos. Además se establecen las conexiones con las aplicaciones web y móvil.

### Comentarios Finales

Una vez concluidas las cuatro etapas propuestas para el desarrollo de la base de datos se presenta un resumen de los resultados alcanzados así como las conclusiones y recomendaciones finales.

#### Resumen de resultados

Con respecto a la Etapa 1 sobre la recopilación y análisis de los requerimientos, en las Figuras 2 y 3 se presentan el listado de preguntas y el esquema de resultados del módulo de empresa, que fueron analizados.

Apartado I. Producción científica y tecnológica en Empresas de Alta Tecnología			
Datos generales	1) Giro de la empresa	1) Local	
	2) Ubicación geográfica de la empresa	1) Baja california	
	3) Sector industrial	1) TI	
	4) Tamaño de la empresa	1) Pequeña (menor de 20)	
	5) ¿Pertenece a un conglomerado o clúster?	2) No	
	6) Cuenta con área de investigación, desarrollo e innovación	2) No	
	* si la pregunta 6 es si: 6.1) ¿El área de I+D+i es?:	1) Interna	
	* si la pregunta 6 es no: 6.1) ¿cuál es la razón por la que no cuenta con área de Investigación, desarrollo e innovación?	El giro de la empresa se enfoca en entregar tecnologías de información como productos terminados y de consultoría	
	7) Cuenta con Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT)	2) No	
	7.1) Año de registro de RENIECYT		
Proceso de IDE	8) Indique el grado y número de personas que trabajan en la empresa en actividades de investigación y desarrollo tecnológico innovación	Grado	Cantidad
		<input type="checkbox"/> Doctorado	
		<input checked="" type="checkbox"/> Maestría	1
		<input type="checkbox"/> Especialidad	
		<input checked="" type="checkbox"/> Licenciatura	2
	<input type="checkbox"/> Técnico		
	<input type="checkbox"/> Otro		
	9) Mencione las 3 características más importantes a su consideración para la contratación del personal dedicado a la investigación y desarrollo tecnológico:	Conocimiento del Área de Investigación	
Afinidad a realizar investigación en el área			
Networking con investigadores e institutos reconocidos			
10) Cantidad de patentes registradas por la empresa en los últimos 3 años	NA		
11) Cantidad de modelos de utilidad registrados por la empresa en los últimos 3 años	NA		
12) Cantidad registros de propiedad intelectual por la empresa en los últimos 3 años	NA		

Figura 2. Listado de Preguntas del Cuestionario del módulo Empresa

		Total de coincidencias encontradas		
DIAGNOSTICO	Giro(s)			
	Sector(es)			
	Ubicación (es)			
Informe General de Resultados	Tamaño (es)			
	Ubicación de investigación	Interna	Externa	Ambas
	Cluster		Reniecyt	
Proceso de IDE				
Personal total dedicado a actividades de investigación y desarrollo tecnológico e innovación		Productos generados como parte de las actividades de IDE+i		
Doctorado		Patentes registradas		
Maestría		Modelos de utilidad registrados		
Especialidad		Registros de propiedad intelectual		
Licenciatura		Manuales de operación		
Técnico		Informes técnicos		
Otros				
Totales		Totales		
Inversión				
% de Gasto Total en actividades de IDE+i	Año a	Año b	Año c	
	PROMEDIO 0%	0%	0%	
Fuente de los fondos dedicados a IDE+i		Dedicación del gasto		
Fondos propios		Formación de Capital humano		
Fondos privados		Actualización de maquinaria		
Gobierno		Infraestructura tecnológica		
Fondos públicos generales universitarios		Procesos Organizacionales		
Instituciones privadas no lucrativas		Vigilancia tecnológica		
Exterior (organismos internacionales)		Otro		

Figura 3. Esquema de Resultados del módulo Empresa

En la Etapa 2 se obtiene el esquema conceptual de la base de datos mediante un Diagrama Entidad-Relación que describe la base de datos en términos de entidades, atributos y vínculos, como muestra la Figura 4, a partir del análisis llevado a cabo para cada módulo del sistema.

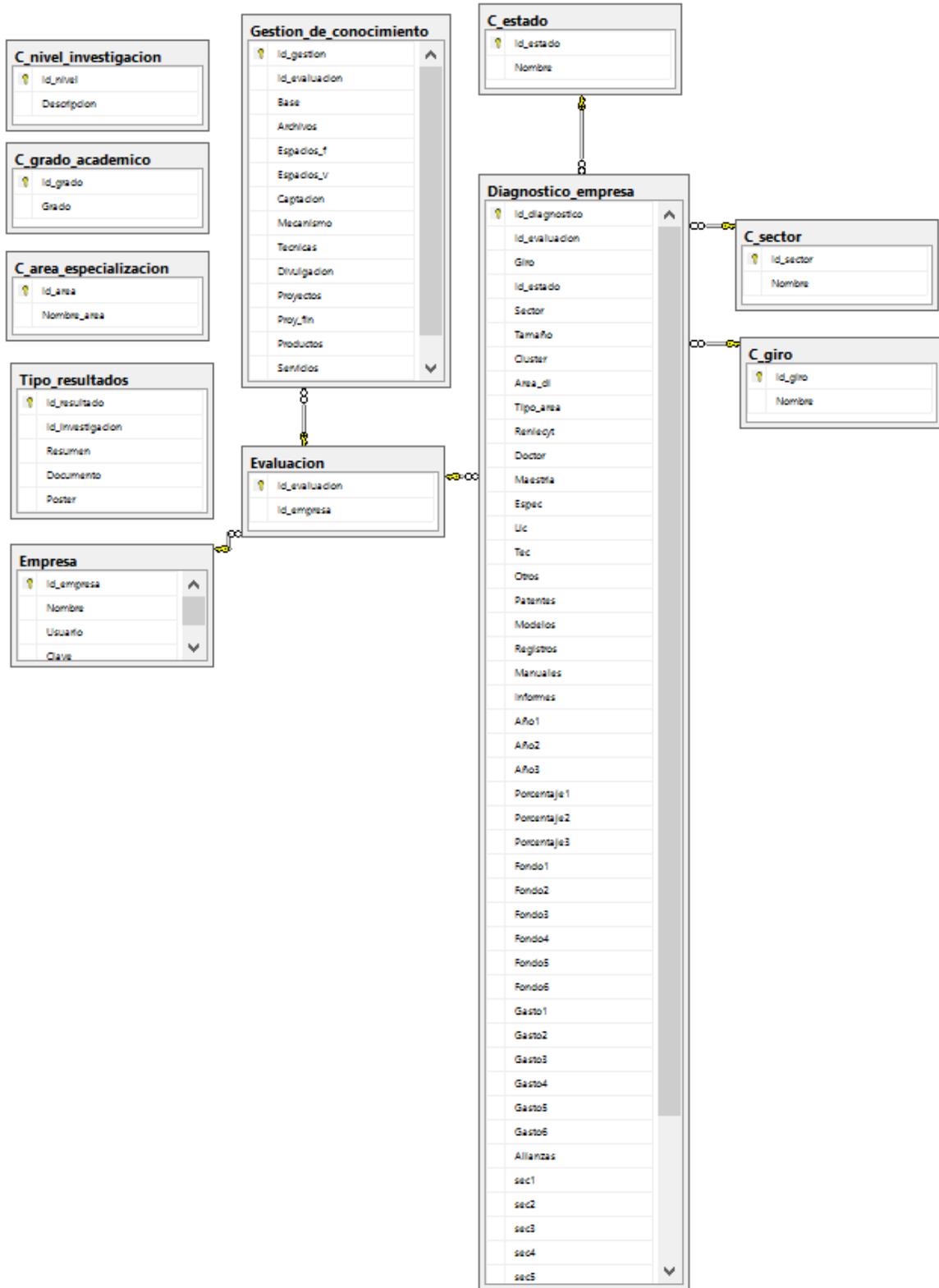


Figura 4. Esquema Conceptual de la Base de Datos ATProud

Durante la Etapa 3 se obtienen dos documentos que componen el esquema Lógico de la Base de Datos: el diagrama Relacional y el Diccionario de Datos, que contiene una descripción de los nombres de tablas y sus atributos, así como tipos de datos, descripciones, logitudes, y asociaciones entre atributos, como se muestra en la Figura 5.

<b>Gestion de conocimiento</b>				
#	Nombre	Tipo de dato	Nulo	Descripción
1	Id_gestion	INT	N	
2	Id_evaluacion	INT	S	
3	Base	INT	S	Cuenta con BD
4	Archivos	INT	S	Cuenta con archivo f
5	Espacios_f	INT	S	cuenta con espacio f
6	Espacios_v	INT	S	Cuenta con espacio virtual
7	Captacion	INT	S	cuenta con espacios para capacitacion
8	Mecanismo	INT	S	Cuenta con mecanismos
9	Tecnicas	INT	S	Utiliza tecnicas
10	Divulgacion	INT	S	Cuenta con medio de divulgacion
11	Proyectos	INT	S	Cuenta con nuevos proyectos
12	Proy_fin	INT	S	Cantidad proyectos finalizados
13	Productos	INT	S	Numero de productos generados
14	Servicios	INT	S	Numero de servicios generados
15	Procesos	INT	S	Numero de procesos generados

<b>Llave de referencia</b>			
#	Nombre	Columna	Referencia a
1	FK_Gestion_de_conocimiento_Evaluacion	Id_evaluacion	[Evaluacion].[Id_evaluacion]

Figura 5. Diccionario de Datos de la Tabla Gestion\_de\_Conocimiento de la Base de Datos ATProud

Y finalmente en la última etapa, se define el Script del código SQL con el que se realiza la implementación de la base de datos ATProud en SQL Server, la cual queda a disposición de las aplicaciones móvil y web para su interconexión.

*Conclusiones*

La implementación de una base de datos estructurada bajo un modelo relacional, permite el adecuado almacenamiento de los datos, garantiza la consistencia y seguridad de los mismos, facilita la manipulación de los datos a través de fórmulas complejas que permitan la generación de información estadística y comparativa, así como su disponibilidad para el acceso a través de aplicaciones web o móviles

Con respecto al proceso de desarrollo de la Base de Datos ATProud, cabe aclarar que la integración de estudiantes ha permitido fortalecer su formación académica y motivar la investigación temprana, mediante la aplicación de conocimientos teóricos y prácticos en proyectos reales.

*Recomendaciones*

La utilización de métodos formales para el análisis, diseño e implementación de bases de datos, permite generar productos de calidad que robustecen las aplicaciones, aprovechando los avances y herramientas con que cuentan actualmente los SGBD.

Se recomienda generar la documentación que sustente la implementación de los objetos en la base de datos, con la finalidad de contar con un manual de operaciones de la misma, que permita tanto a los administradores de la base de datos como a los desarrolladores de aplicaciones, conocer a fondo la estructura de la base de datos y aprovechar las ventajas que los elementos implementados ofrecen.

Para los desarrolladores de sistemas, responsables de darle continuidad al proyecto, deberán cuidar y garantizar la integración de los objetos de la base de datos correspondientes a los módulos restantes, sin afectar la funcionalidad de los módulos ya implementados y generar las asociaciones correspondientes que permitan aprovechar los datos ya existentes, evitando al máximo generar redundancia en la base de datos ATProud.

### Referencias

- Clasificación Nacional de Actividades económicas (CNAE). Sectores de alta tecnología. Recuperado de: [www.cnae.com.es](http://www.cnae.com.es), 2009.
- Elmasri R. y Navathe S., "Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos" Pearson Educación, Madrid, 2007.
- Romo, A., Villalobos, M., López, L. y Márquez, M., "ATProud: Software para la medición de la producción de investigadores en empresas de Alta Tecnología mexicanas". *Revista de Investigación y Desarrollo*, ECORFAN, Vol. 2, No. 3, 2016.
- Villalobos, M., y Romo, A., "Diseño y validación de cuestionario para la exploración de capacidades de innovación para empresas de alta tecnología de México" QUID: Investigación, Ciencia y Tecnología, 2015.
- Villalobos, M., Romo, A., López, L. y Márquez, M., "Sistema de Diagnóstico para la Innovación Empresarial" Academia Journal Colima, Tomo 6, 2016.

### Notas Biográficas

La **Lic. María de los Angeles Márquez Sánchez** es Presidenta de la Academia Institucional de Tecnologías de la Información y profesora de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Universidad Tecnológica de Jalisco, egresada de la Licenciatura en Sistemas Computacionales por Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA) en Guadalajara. Integrante del Cuerpo Académico Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas en entornos Virtuales, Certificada en IT Service Management por la ITIL Foundation Certified y es Instructora Certificada en iCarnegie. Es especialista en el área de Bases de datos

El **Mtro. I.S. Luis Manuel López Hernández** es Profesor investigador de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Universidad Tecnológica de Jalisco. Su maestría en Ingeniería en Sistemas es de la Universidad del Valle de México (UVM), Integrante del Cuerpo Académico Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas en entornos Virtuales y es Instructor Certificado en iCarnegie. Es especialista en área de Análisis y Diseño de sistemas.

**Eduardo Antonio Esparza Cándido** es Alumno de la carrera de TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos en la Universidad Tecnológica de Jalisco. Colabora como desarrollador de aplicaciones, en el cuerpo académico Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas en entornos Virtuales.

**Jahaziel Emmanuel Luna Aceves** es Alumno de la carrera de TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación área Sistemas Informáticos en la Universidad Tecnológica de Jalisco. Colabora como desarrollador de aplicaciones, en el cuerpo académico Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas en entornos Virtuales.

# Desarrollo de literacidad digital, mediante el aprendizaje ubicuo: Un estudio de caso

Mte Manuel Ignacio Martínez Acuña<sup>1</sup>, Dra. Martha Patricia Domínguez Chenge<sup>2</sup>,  
Dra. Georgina Sotelo Ríos<sup>3</sup>

**Resumen**—El presente artículo muestra un estudio de caso, llevado a cabo en 34 alumnos de nuevo ingreso de la licenciatura en administración de negocios internacionales. Mediante la experiencia educativa Taller de Computación Básica, la cual forma parte del área básica general que se imparte en todas las licenciaturas de la Universidad Veracruzana. Se utilizaron como apoyo aplicaciones de gestión de aprendizaje y otras de trabajo colaborativo y redes sociales. A fin de facilitar el aprendizaje en cualquier momento y lugar mediante dispositivos móviles a recursos pedagógicos, conectarse con otras personas o crear contenidos, tanto dentro como fuera del aula. El caso expuesto no pretende generalizar los resultados, sino sumar las observaciones obtenidas para una mejora de la práctica docente y nuestro propio aprendizaje de forma constante que nos permita la construcción de la inteligencia colectiva.

**Palabras clave**—Sociedad del conocimiento, literacidad digital, aprendizaje ubicuo, inteligencia colectiva.

## Introducción

La prosperidad de una nación, región, negocio o individuo depende de su habilidad de navegar el espacio del conocimiento. Habilidad para formar comunidades inteligentes, mentes abiertas, sujetos cognitivos capaces de iniciativa, imaginación y rápida respuesta.

Hoy día podemos hablar de conceptos como inteligencia colectiva, tecnologías de la información y la comunicación (TIC) o sociedad del conocimiento, conceptos que nos remontan de manera inmediata a escenarios en los que se favorece la colaboración e interacción de muchos individuos de manera virtual. Por ello es importante que los docentes involucrados en los procesos de enseñanza-aprendizaje puedan conocer y profundizar sobre el propósito y perspectiva respecto al uso de las TIC en el aula así como los nuevos roles del profesorado.

Al respecto, Parra (2007) considera que hoy día la figura del maestro como mero transmisor del conocimiento es rebasada pues la información, que no es igual que conocimiento, es abundante a tal grado que hoy destacan los consultores de información, colaboradores de grupo, trabajadores solitarios, facilitadores de aprendizaje, desarrolladores de cursos y materiales, y supervisores académicos.

El papel del estudiante también ha evolucionado, ya que “el estudiante llega al proceso y lo desarrolla, a partir de sus intereses particulares, y siempre, apelando a la relación del dialogo como alternativa para la formación.

En el marco de la actualización de contenidos del área básica de formación general, de la Universidad Veracruzana. En el cual un conjunto de experiencias educativas son impartidas en todas las carreras que ofrece esta universidad. Se ha tomado una experiencia educativa denominada “Taller de computación básica” cuyos contenidos estaban orientados hacia el desarrollo de competencias en el uso de aplicaciones ofimáticas. La actualización de contenidos efectuado por la comisión de académicos designada, se oriento hacia el desarrollo de competencias sobre el uso y manipulación de la información; y la comunicación asertiva de la información enfocada hacia la resolución de problemas.

En esta investigación se ha centrado en los estudiantes de nuevo ingreso del grupo 103, de la carrera de administración de negocios internacionales, de la facultad de ciencias administrativas y sociales, campus Xalapa. Se planifico el uso de varias aplicaciones y plataformas que cumplieran con las normas de diseño adaptable para usar dispositivos móviles para acceder a los recursos, realizar tareas y evaluación. Las actividades y evaluaciones se

<sup>1</sup> Mtro. Manuel Ignacio Martínez Acuña es profesor de tiempo completo en la Universidad Veracruzana, adcrito a la facultad de ciencias administrativas y sociales, campus Xalapa, Veracruz. mmartinez@uv.mx

<sup>2</sup> Dra. Martha Patricia Domínguez Chenge es profesora de tiempo completo en la Universidad Veracruzana, actualmente es directora de la facultad de ciencias administrativas y sociales, campus Xalapa, Veracruz. martdominguez@uv.mx

<sup>3</sup> Dra. Georgina Sotelo Ríos es profesora de tiempo completo en la Universidad Veracruzana, adcrita a la facultad de ciencias administrativas y sociales, campus Xalapa, Veracruz. gisotelo@uv.mx

diseñaron individuales y en grupos aleatorios con fechas de inicio y término con la finalidad de que los estudiantes trabajaran colaborativamente para realizarlas.

Se observó el desarrollo de las competencias digitales que se requieren para ser participantes en "la sociedad del conocimiento", ya que según Coicaud (1998) progresivamente se agudiza la necesidad de administrar la información que surge en los campos científicos y tecnológicos.

### **Aprendizaje ubicuo y a lo largo de la vida**

El aprendizaje ubicuo indica que el aprendizaje se puede dar en cualquier lugar, dentro del aula y fuera de ella y puede tener fines de acreditación o de ocio. Con la utilización de tecnología móvil, sola o en combinación con cualquier otro tipo de TIC, a fin de facilitar el aprendizaje en cualquier momento y lugar. Puede realizarse de muchos modos diferentes: hay quien utiliza los dispositivos móviles para acceder a recursos pedagógicos, conectarse con otras personas o crear contenidos, tanto dentro como fuera del aula.

Algunos autores lo denominan aprendizaje móvil, el cual abarca los esfuerzos por lograr metas educativas amplias, como la administración eficaz de los sistemas escolares y la mejora de la comunicación entre escuelas y familias (UNESCO, 2011).

Al respecto, bien vale la pena revisar cuáles serían los objetivos para la educación en esta época de vertiginosos cambios pero en la que se ha visto que como sociedad que no todos tienen los mismos derechos y oportunidades en cuanto a educación se refiere.

La idea sería aspirar no solo a una educación para el empleo, sino una educación para la vida, educación para el mundo, educación para el auto-desarrollo, y – por qué no - educación para el ocio. Para ello consideramos las ideas de Brünner (2003) al referirse al curso de acción estratégica que están siguiendo los sistemas de educación para adaptarse a los cambios de contexto que hemos descrito, y qué nuevos modos de producción educacional han comenzado a diseñarse o se anuncian como posibilidades de futuro. El autor reconoce como vital una educación continua a lo largo de la vida para todos, lo que significaría un nuevo modo de producir educación.

Turkle (1997) plantea que para quien seguimos en la frontera entre lo real y lo virtual, en el que nuevos símbolos culturales y significados pueden emerger. No se trata solo de trasladar datos y documentos a Internet, de "subir" materiales a la "nube", lo verdaderamente importante a la estructura de los mensajes, utilizando los distintos tipos de códigos disponibles a las necesidades de los estudiantes.

Brunner (2003) y Parra Castrillón (2007) expresan que la educación en nuestros días no puede hacerse ciega y sorda al avance e impacto de la tecnología, en particular atestiguando la facilidad con la cual los jóvenes y los niños nos superan en su comprensión y uso, generando así, en ocasiones, frustración e incluso angustia, por sentirse desfasados al avance tecnológico que ellos mismos imponen gracias al uso de sus teléfonos y computadoras.

Sin embargo es importante hacer notar que la denominada brecha digital, tiene mucho que ver con la brecha económica que existe en nuestro país. Por lo cual no es factible imponer el acceso a recursos y comunicación sea solo a través de teléfonos inteligentes, puesto que pese a que sean vuelto accesibles, no todos los estudiantes cuentan con ellos. Además de que la infraestructura de internet wifi de la facultad no puede satisfacer la demanda de conexiones de los dispositivos móviles.

### **Metodología**

Como metodología de enseñanza se aplicaron metodologías activas. Estas metodologías están basadas en el desarrollo de competencias y la vinculación con entornos reales que permitan la transferencia del conocimiento desarrollado en el aula se materialice en artefactos que cumplan una función de utilidad en la comunidad. El aprendizaje se concibe como un proceso constructivo y se estructura en redes semánticas, donde la nueva información se acopla a la red ya existente.

Dependiendo del tipo de conexión la nueva información puede ser utilizada o no, para resolver problemas (Glaser, 1991). Esto implica la concepción del aprendizaje como proceso y no únicamente como una recepción y acumulación de información.

Como ejemplo de la aplicación de las metodologías mencionadas, se presenta el caso de la experiencia educativa "Taller de computación básica" de la carrera de Administración de negocios internacionales, que se imparte en la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales en la Universidad Veracruzana, campus Xalapa. Esta experiencia educativa forma parte del área básica de formación general, con un valor de 6 créditos y con seis horas semana/mes, haciendo un total de 90 horas el curso.

El contenido heurístico tiene dos secciones principales: Gestión de la información y uso de la información de forma proactiva para la resolución de problemas. En la primera sección se enfoca al desarrollo de competencias informacionales como son búsqueda avanzada, validación de la información, curación de contenidos; la segunda

sección se ocupa del uso de la información para resolver problemas y del trabajo colaborativo y su objetivo y finalmente en la última sección se genera un artefacto, que tiene como principal función animar a los estudiantes a comenzar a pensar como profesionales desde el inicio de su carrera, mostrando la experiencia de aplicar conocimiento en un ambiente de trabajo.

### *Planteamiento de Escenario*

Para llevar a cabo el programa de la materia se plantea un escenario que establece el contexto para el problema, caso o proyecto. Así que el profesor plantea la siguiente cuestión a los estudiantes ¿Qué competencias digitales debe de tener el perfil profesional del administrador de relaciones internacionales que le permitan desempeñarse exitosamente en la sociedad del conocimiento? Esta pregunta tiene principalmente dos objetivos, el primero es el de ser un elemento contextualizado y el segundo un elemento provocador.

La enseñanza debe tener lugar en el contexto de problemas del mundo real o de la práctica profesional. El primer objetivo consiste en presentar una situación cercana al contexto profesional en la que el estudiante pretende desarrollarse para buscar motivarlos y que se tenga una actitud positiva de los estudiantes hacia el aprendizaje. Además al estudiante enfrentarse a problemas reales, con un nivel de dificultad y complejidad similares a los que se encontrarán en la práctica profesional.

El segundo objetivo busca, en el estudiante, que motive una necesidad de aprendizaje de si mismo, de autoconocimiento, para saber cuales son las habilidades con las que se cuentan y en que nivel, también ayuda a reflexionar en los objetivos personales a corto, mediano y largo plazo y finalmente a crear un plan de acción que permita alcanzar esos objetivos.

Se usó la metodología de aprendizaje auto-dirigido buscando desarrollar habilidades meta cognitivas que permitan al estudiante juzgar la dificultad de los problemas, detectar si entendieron un texto, saber cuando utilizar estrategias alternativas para comprender la documentación y saber evaluar su progresión en la adquisición de conocimientos (Bruñan *et al.*1995).

### *Resultados*

Como apoyo se utilizaron herramientas digitales en línea, con la característica de ser adaptativas a dispositivos móviles. Se dividieron en herramientas de comunicación y herramientas de trabajo, a continuación se enumeran y se describe su función:

- Plataforma de gestión de aprendizaje institucional “Eminus”, para conocer el contenido del curso, participar en foros, compartir actividades, tareas, recursos y evaluaciones;
- Blog para reflexiones personales sobre los temas abordados;
- Plataforma de trabajo en equipo para gestionar proyectos, tareas asignadas, responsables, calendarios, etc.;
- Twitter como herramienta de comunicación y aprendizaje;
- Drive como suite ofimática en línea, con las ventajas de que se puede trabajar colaborativamente en la construcción de documentos y su publicación en la red;
- la red social de Google+ como un espacio para compartir recursos, comentarios, logros entre otras cosas, ya que el estudiante no aprende solo, aunque algunas actividades son individuales, otras forman parte de un proyecto colaborativo donde cada miembro del grupo tiene la responsabilidad tanto en su participación individual como en el artefacto final que se elaborado de forma colaborativa.

El entorno digital proporciona muchas y variadas posibilidades para trabajar en equipo, las ventajas son que los miembros no necesitan estar en un mismo espacio físico, permiten trabajar desde cualquier contexto con un dispositivo que tenga conexión a la red, ajustar nuestros horarios, ritmos de trabajo etc. La desventaja más evidente es la pérdida de calidad humana y también la brecha digital -algunas veces brecha económica- que puede haber entre los miembros del equipo, ya que algunos estudiantes no cuentan con *smartphone*, para paliar este problema se habilito el aula electrónica de la facultad como espacio para su utilización.

### Trabajo individual y colaborativo

En los resultados obtenidos, se han recopilado la siguiente información generada por los estudiantes. Se presenta información recolectada de actividades individuales y actividades colaborativas, algunas con dispersión geográfica de los participantes.

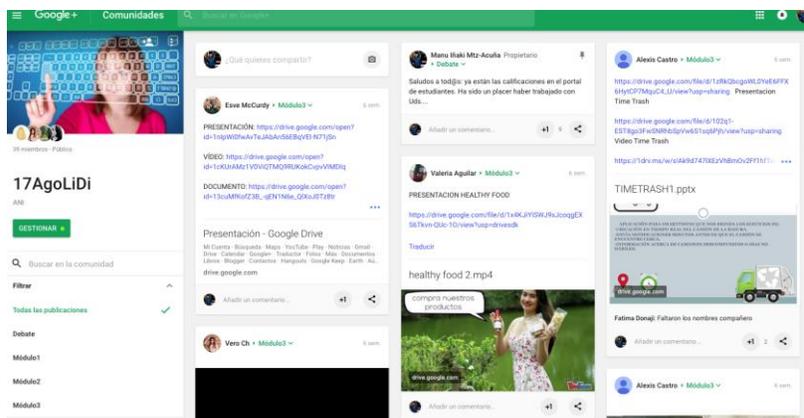


Ilustración 1. Comunidad privada LiDi en google+

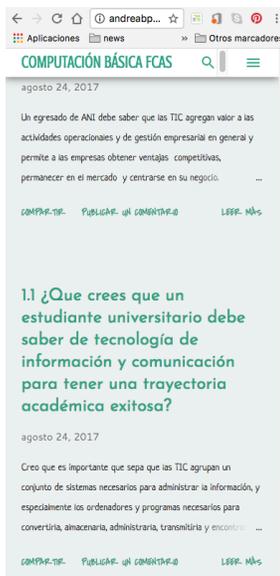


Ilustración 2 . Blog Personal en Blogger

Los estudiantes trabajan asociados en pequeños grupos aleatorios. Se hacen aleatorios los grupos para que los estudiantes puedan trabajar con otros estudiantes que no forman parte de su círculo social y que en este marco de trabajo pueden probar y desarrollar habilidades de negociación ya que en entornos de trabajo reales, no se escogen a los miembros. Son los estudiantes los responsables de repartirse las tareas y de tener un trabajo eficiente del grupo para crear un producto final, así como con el desarrollo de su aprendizaje individual.

Cumplido	Título	Valor
1/37 estudiantes 1 por revisar Individual	Módulo 4 Proyecto Final 09/Oct/2017 00:01 hrs - 02/Nov/2017 23:59 hrs	3pts
1/37 estudiantes 1 por revisar Individual	Literacidad digital 23/Oct/2017 09:01 hrs - 23/Oct/2017 11:59 hrs	0.5pts
10 grupos Elección libre	Competencias digitales en diferentes disciplinas 28/Ago/2017 09:59 hrs - 28/Ago/2017 11:59 hrs	0.3pts
10 grupos 3 por revisar Elección libre	Proyecto creación de empresa 11/Sep/2017 09:01 hrs - 28/Oct/2017 12:59 hrs	1pts
10 grupos Elección libre	Trabajo colaborativo 22/Sep/2017 10:01 hrs - 22/Sep/2017 12:50 hrs	1pts

Ilustración 3. Plataforma de gestión de aprendizaje “Eminus”

Ilustración 4. Búsqueda, selección y creación de documentos en línea



Ilustración 5. Trabajo colaborativo

## Conclusiones

Los ambientes de aprendizaje en la Universidad Veracruzana son espacios de interacción para el trabajo académico y virtual. Por ello, las instituciones educativas como la FCAS de manera permanente pensamos en condiciones adecuadas para atender los procesos de enseñanza-aprendizaje inter y extra aula, organizados de manera consciente para lograr en el aprendiente un nivel de reflexión que le permita la autonomía intelectual.

En este sentido, *hemos detectado que coexisten* generaciones de estudiantes con lenguajes y códigos de comunicación diferentes, asimismo, una variedad de perfiles cuyo apego al uso de la tecnología no significa un cambio radical de identidad, solo desean mejorar sus procesos de aprendizaje para hacer frente a un mundo en constante evolución y difícil de predecir.

Cuando hablamos de enseñar algo, hablamos de hacerlo y para eso no hay otro camino que practicar, aprender haciendo. *Somos conscientes de* nuestra realidad ante lo que vivimos y en las señales subjetivas que enmarca el entorno será el reto que tendremos que afrontar; para ello nuestra *bandera* seguirá siendo aquella que entrega la educación, constituida como lo señala Brūner, para “crear, adquirir, adaptar, difundir y utilizar los conocimientos” (2003:171).

Para aminorar los efectos negativos del uso indebido de las redes, debemos apostar por la alfabetización digital y por la alfabetización mediática de nuestra sociedad, desde la perspectiva educacional de formar comunidades aprendientes con pensamiento creativo y constructivo, capaces de reflexionar y actuar críticamente. Desde la perspectiva educativa, una característica fundamental de los procesos que engloban las tecnologías tienen que ver con la interactividad. Esta distinción entre interactividad e interacción, asocia este último concepto al término de interacción comunicativa, considerada como una forma de acción social entre sujetos y sus relaciones con otros individuos.

Las amplias posibilidades de las TIC son innegables. En el ámbito instruccional, el empleo de las nuevas tecnologías en la educación a distancia comprende diversas aplicaciones: enseñanza, gestión de los sistemas educativos, acceso a la información, y comunicación interpersonal o de grupo.

### Referencias bibliográficas

Brünner, José Joaquín (2003), *Educación e Internet ¿La próxima revolución?* Chile: Siglo XXI Editores.

Duart, Jasep M. y Albert Sangra (2005). *Aprender en la virtualidad*. Barcelona: Ediciones Gedisa.

Parra Castrillón, Eucario et al. (2007), *Educación virtual: escenarios para la afectividad y la convivencia*. Colombia: Fundación Universitaria Católica del Norte.

Sartori, Giovanni (2006). *Homo videns. La sociedad teledirigida*. México: Punto de Lectura.

Turkle, Sherry (1997). *La vida en la pantalla. La construcción de la identidad en la era de internet*. Barcelona: Paidós.

# Estudio comparativo de dos electrodos como ánodo en sistema electroquímico para uso en celdas productoras de gases oxígeno e hidrógeno a partir de electrólisis del agua

<sup>1</sup>Jorge I. Martínez Aguilar, Aarón Rodríguez L., Flora E. Mercader T., Federico Castañeda Z., Fernando F. Rivera I., René Antaño L., Alejandra Álvarez L.

En ciertos fenómenos electroquímicos como en la electrólisis del agua se presenta una reacción de oxidación en el ánodo la cual representa un reto en cuestión de resistencia de los electrodos. En este estudio de comportamiento de dos materiales, acero inoxidable y oxido de iridio, se estudiará su conducta en una celda electroquímica con un electrolito alcalino de hidróxido de potasio. Se analizó el efecto del oxígeno mediante diversas pruebas para encontrar al mejor candidato para hacer una celda productora de gases oxígeno e hidrógeno a partir de agua.

**Palabras clave-Oxidación, producción de gases oxígeno e hidrógeno, Resistencia a la oxidación.**

## Introducción

El término electrólisis se usa ampliamente para definir cambios químicos, reacciones farádicas que se presentan en los electrodos en contacto con electrolitos, se llama cátodo al electrodo en el que se producen las reducciones, y ánodo al electrodo en que ocurren las oxidaciones (Allen J. Bard Larry R. Faulkner 1980). En el caso de la electrólisis del agua, cuando la intención es producir gases oxígeno e hidrógeno se presentan dos grandes obstáculos, el primero es encontrar el material de los electrodos, pues estos deben producir la reacción con el menor diferencial de potencial para que los costos de la producción a gran escala no se eleven más allá de lo económicamente viable. El segundo, y más grande problema a solucionar, es encontrar un material que pueda resistir los efectos de la oxidación presente en el ánodo. En este estudio se hacen las exploraciones de las características de los materiales mediante técnicas electroquímicas como la voltamperometría y la impedancia, técnicas ampliamente usadas por la gran cantidad de información que pueden arrojar. En este tipo de celdas el electrolito es el encargado de transportar los electrones a través de la solución, se suelen usar tres tipos de electrolitos, ácidos, alcalinos o salinos, se seleccionó el hidróxido de potasio (KOH) por sobre otros electrolitos como el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), el cloruro de sodio (NaCl) o el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) gracias a sus propiedades para transportar corriente eléctrica así como por su estabilidad, pues a diferencia de otros, este no sufre ninguna separación en sus componentes durante la electrólisis.

Este documento está orientado a mostrar las conductas del óxido de iridio, que muestra el mejor comportamiento como ánodo, es decir, el electrodo en que se presenta la oxidación durante el proceso de la electrólisis. Por otra parte, también se hacen los estudios en acero tipo 304 como cátodo, el electrodo donde se presenta la reducción del protón, o, dicho de otra manera, la producción del hidrógeno. Todo esto con la finalidad de comprobar, mediante experimentación que son materiales óptimos para la construcción de celdas electroquímicas capaces de producir gases oxígeno e hidrógeno, con lo que se pretende contribuir al aumento de conocimiento de este campo.

1. <sup>1</sup> Jorge Ignacio Martínez Aguilar estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, Santa Rosa Jáuregui, Querétaro. [jorgemartinez22812@gmail.com](mailto:jorgemartinez22812@gmail.com) (autor corresponsal 2)
2. Dr. Aarón Rodríguez López Profesor-Investigador de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, Santa Rosa Jáuregui, Querétaro. [arodriguez@upsrj.edu.mx](mailto:arodriguez@upsrj.edu.mx) (autor corresponsal)
3. Dr. Flora Mercader T. Directora de La Dirección de Investigación Desarrollo Tecnológico y Posgrado de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, Santa Rosa Jáuregui, Querétaro. [fmercader@upsrj.edu.mx](mailto:fmercader@upsrj.edu.mx)
4. Dr. Federico Castañeda Zaldívar Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S. C. Pedro Escobedo, Querétaro. [fcastaneda@cideteq.mx](mailto:fcastaneda@cideteq.mx)
5. Dr. Fernando F. Rivera Iturbide Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S. C. Pedro Escobedo, Querétaro. [frivera@cideteq.mx](mailto:frivera@cideteq.mx)
6. Dr. René Antaño López Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S. C. Pedro Escobedo, Querétaro. [rantano@cideteq.mx](mailto:rantano@cideteq.mx)
7. Dr. Alejandra Álvarez López Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro.

## Descripción del Método

### *Materiales*

Se empleó una celda de 50 ml de capacidad. Los electrodos eran de óxido de iridio de 15.66 cm<sup>2</sup> de área de superficie y otro de acero inoxidable tipo 304 de 11.45 cm<sup>2</sup> de área de superficie. La solución del electrolito fue preparada con agua tipo 1 e hidróxido de potasio (KOH). Los experimentos fueron realizados a temperatura ambiental y presión atmosférica a una altitud aproximada de 1950 msnm.

### *Potenciostato*

Se usó el potenciostato marca “Gamry instruments” modelo “reference 3000” mostrado en Figura 1, así como el software del mismo “Gamry Framework” y el “Gamry Analyst”.



Figura 1. Potenciostato marca “Gamry instruments” modelo “reference 3000”.

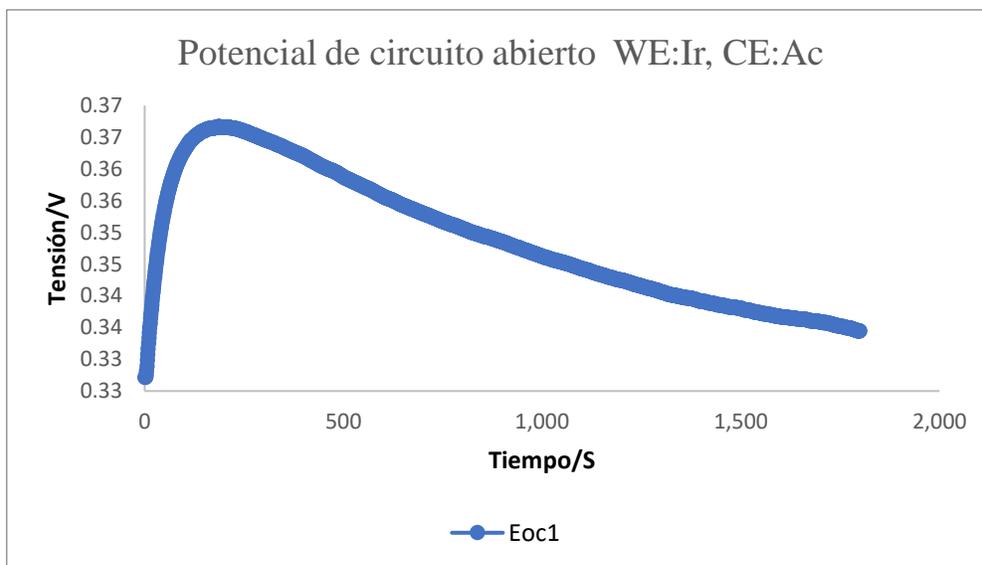
### *Descripción del proceso*

Se prepara el electrolito y se colocan los electrodos a una distancia de 2.5 cm, luego, para estabilizar el sistema, antes de cada experimento se invirtieron de tres a cinco minutos. Inicialmente se realizó la medición del potencial de circuito abierto, inmediatamente después se corrió una voltamperometría a 2 mV/s para identificar reacciones, es decir en qué punto de aplicación de tensión y corriente ocurre la electrólisis y generación de los gases, y seleccionar los diferentes puntos de interés. Hecha ya la selección de los valores de potencial que indican el inicio de la separación del oxígeno y del hidrógeno, también se seleccionaron puntos intermedios para obtener información más detallada. Después se hicieron experimentos empleando la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica en los potenciales seleccionados. Finalmente se hicieron réplicas para corroborar la repetibilidad.

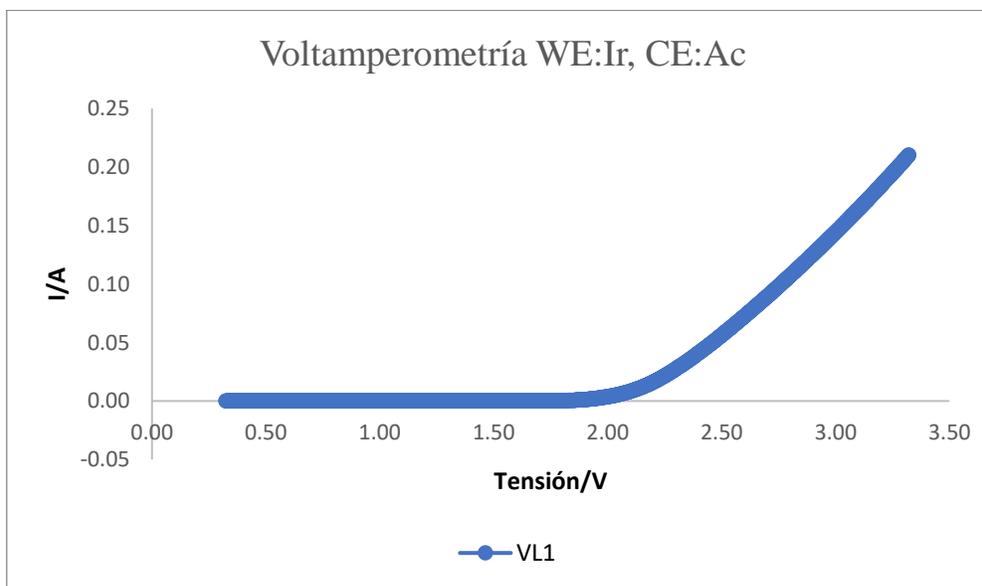
### *Tratamiento y manipulación de datos*

#### *Normalización de medias*

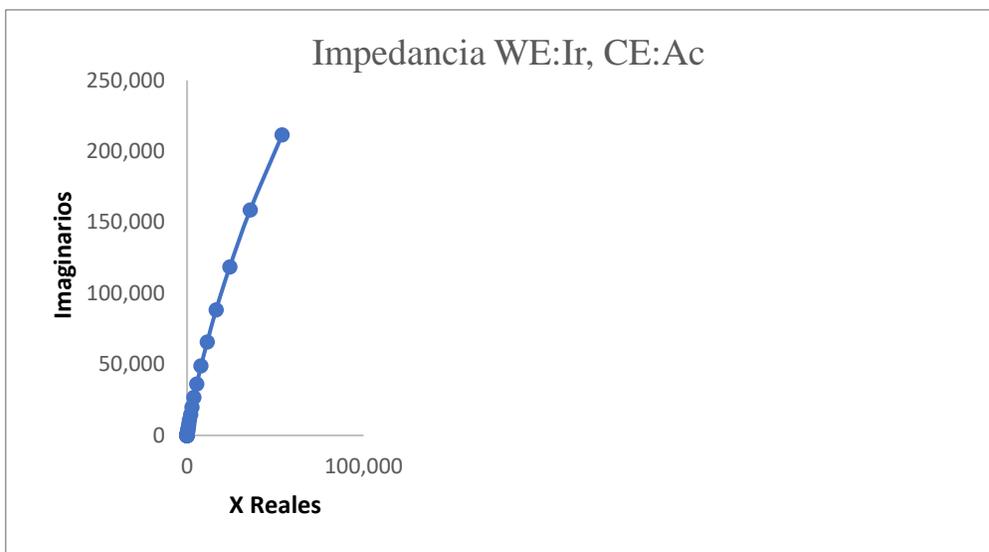
Ya obtenidos resultados en forma de datos se hacia la normalización respecto a las dimensiones de los electrodos para garantizar la correcta proporcionalidad y fiabilidad de la información. Ya con todos los datos listos se procedió a graficar para facilitar el análisis de los experimentos.



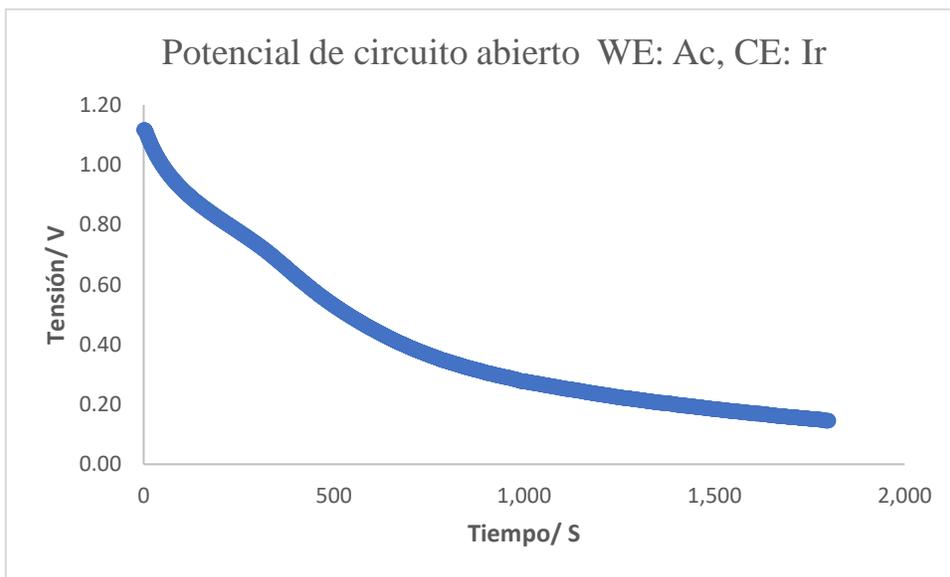
Se observa en esta figura que el sistema se estabiliza relativamente rápido, hay una diferencia de 40 mV en todo el tiempo estudiado, y solamente unidades de mV en los últimos minutos, esto sugiere que no existen reacciones de manera constante.



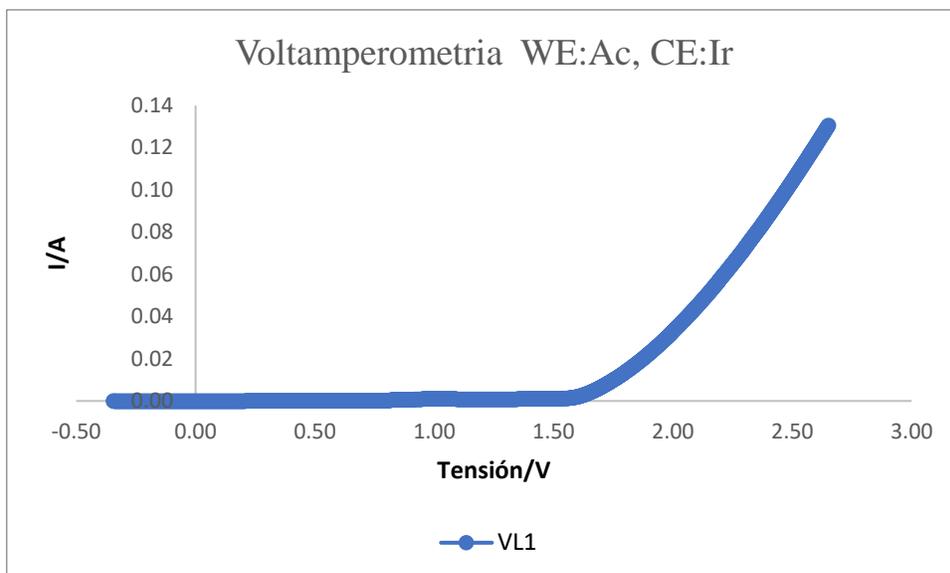
En esta figura se observa que el sistema es estable hasta aproximadamente 1.8 V, en donde se observa un incremento de corriente indicativo de reacción, atribuida a la reacción de hidrólisis, en este caso para la generación de oxígeno, tal como se indica en la reacción siguiente:



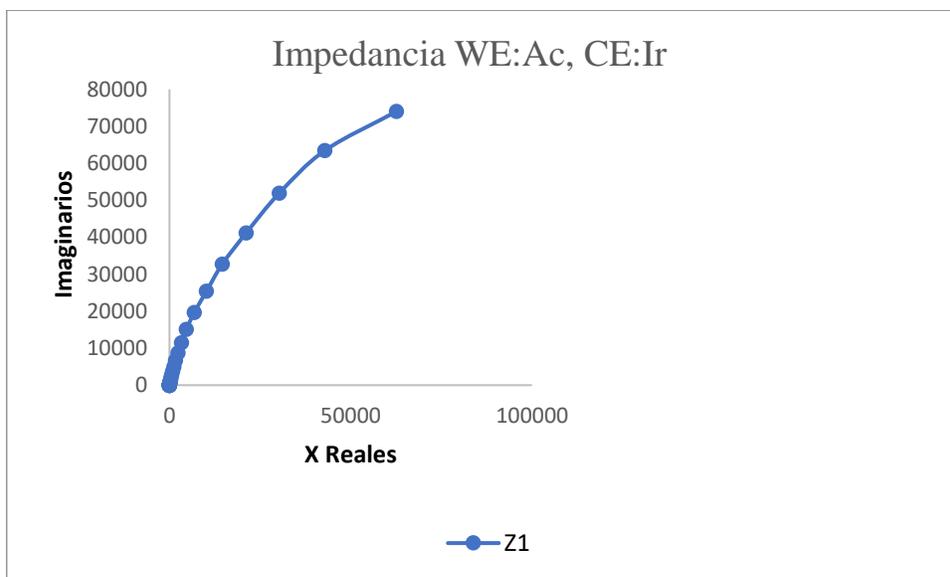
Se observa un comportamiento netamente capacitivo, con valores de impedancia de cientos de miles de Ohm, indicando que el sistema es estable y se necesita alta energía para lograr alguna reacción.



Se observa que existe un cambio importante en el potencial en el tiempo estudiado, de aproximadamente 800 mV, y el sistema es relativamente estable a partir de 20 minutos aproximadamente.



Se observa que el sistema es estable hasta aprox 1.6 V, en donde se observa un incremento de corriente, atribuido a la reacción para la generación de oxígeno.



En esta figura se observa el inicio de un semicírculo, siendo posible pensar en posibles reacciones electroquímicas con impedancias o resistencia a la transferencia de carga, menor al comparar con el Iridio...

### Conclusiones

El óxido de iridio presenta un comportamiento adecuado para ser usado como ánodo en un sistema electroquímico diseñado para producir gas oxígeno a partir de agua, igualmente, el comportamiento del acero inoxidable tipo 304 es el idóneo para ser usado como cátodo producto de hidrógeno en este sistema, todo esto debido a que con estos materiales se superan los dos problemas planteados inicialmente, es decir que la reacción de separación de gases acontece con poca aplicación de tensión y que el óxido de iridio supera el problema de la oxidación anódica.

### Referencias

- Blakemore, J. D., Schley, N. D., Olack, G. W., Incarvito, C. D., Brudvig, G. W., & Crabtree, R. H. (2011). Anodic deposition of a robust iridium-based water-oxidation catalyst from organometallic precursors. *Chemical Science*, 2(1), 94-98.
- Nam, Y. S., Magyar, A. P., Lee, D., Kim, J. W., Yun, D. S., Park, H., ... & Belcher, A. M. (2010). Biologically templated photocatalytic nanostructures for sustained light-driven water oxidation. *Nature nanotechnology*, 5(5), 340-344.
- Macdonald, J. R., & Barsoukov, E. (2005). Impedance spectroscopy: theory, experiment, and applications. *History*, 1(8).
- Allebrod, F., Chatzichristodoulou, C., Mollerup, P. L., & Mogensen, M. B. (2012). Electrical conductivity measurements of aqueous and immobilized potassium hydroxide. *international journal of hydrogen energy*, 37(21), 16505-16514.

# Aplicación Web para la gestión de indicadores para la evaluación del desempeño del Gobierno del Estado de Nayarit

MGSI Fabiola Martínez Castillo<sup>1</sup>, MTI Mauricio Sánchez Carmona<sup>2</sup> y  
cDr. Rosalva Arteaga Medina<sup>3</sup>

**Resumen**—Aprovechar las tecnologías de la información y comunicación (TICs) puede facilitar y mejorar procesos de toda índole. El ámbito de gobierno no ha sido la excepción, como ejemplo de ello, en el presente trabajo se ilustra cómo sacar provecho de las TI para evaluar a las dependencias de gobierno del Estado de Nayarit a través de una aplicación web. Esta consta de tres partes: un tablero de control que representa el desempeño gubernamental según el avance de las dependencias y entidades del Gobierno del Estado; la alimentación de la información corre a cargo de las dependencias evaluadas; la validación y seguimiento de lo capturado, es responsabilidad de Secretaría de Planeación, Programación y Presupuesto (SPPP). La aplicación fue desarrollada por el departamento de Informática de la SPPP con la herramienta de desarrollo Apex de Oracle acorde a los requerimientos enmarcados dentro del Modelo de Gestión en Base a Resultados

**Palabras clave**—Gobierno electrónico, Oracle Database, indicadores, evaluación.

## Introducción

La aplicación web descrita en el presente trabajo, constituye una forma de evaluar el desempeño gubernamental, representada por medio de un tablero de control, que a nivel porcentual y semaforizado (rojo, amarillo, verde, de menor a mayor valor porcentual), muestra el avance de las dependencias y entidades del Gobierno del Estado en el cumplimiento de sus objetivos a una fecha determinada. La captura de la definición de cada indicador, junto con las respectivas metas y avances está incluida en el aplicativo, y actualizar esta información es responsabilidad de cada dependencia y organismo del Gobierno del Estado de Nayarit. El seguimiento de lo capturado es responsabilidad de la Dirección General de Planeación y Evaluación (DGPE) de la Secretaría de Planeación, Programación y Presupuesto (SPPP). Esta información registrada sirve para determinar el avance del Plan Estatal de Desarrollo (PED), mejorar la toma de decisiones de una manera acertada y eficiente, por medio de una evaluación constante de cada una de las dependencias y organismos de Gobierno del Estado.

Debido a la tendencia mundial de contar con un modelo presupuestario basado en resultados (PBR) en el ámbito gubernamental a cualquier nivel, es necesaria la evaluación del desempeño de las políticas públicas y programas presupuestarios, mejorando la toma de decisiones del gobierno en la aplicación del gasto público, ya que en la implementación, consolidación y operación adecuada del PBR se menciona que evaluar, es el factor más importante y positivo en la gestión del gasto público, porque hace posible que se genere la información necesaria para permitir a los gobiernos una toma de decisiones más acertada y eficiente con respecto a las prioridades y distribución del gasto, así como, sobre la actuación de los ejecutores del gasto con relación al cumplimiento de metas y objetivos (Pérez-Jácome, 2012).

Por ello, en el 2007, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Secretaría de la Función Pública iniciaron la implementación del Sistema de Evaluación del Desempeño (SED), mediante la definición de mecanismos de monitoreo y evaluación. De esta manera, el SED contribuye a la instrumentación de una cultura organizacional de gestión para resultados: qué es lo que se hace, sus logros y el impacto en la población. En el SED se especifica que las dependencias y entidades deberán elaborar las matrices de indicadores para resultados (MIR) de cada programa federal, según los lineamientos para la construcción y diseño de indicadores de desempeño mediante la Metodología de Marco Lógico y lineamientos de las MIRs y el propio SED (México, 2007 y Secretaría de la Función Pública, 2007).

En el contexto estatal, el modelo de Gestión en Base a Resultados (GBR) contempla la evaluación integral de los Presupuestos basados en Resultados (PBR), siempre alineado con el Plan Estatal de Desarrollo (PED) vigente, a través de indicadores de desempeño mediante el SED. El PBR, a la vez, se fundamenta en un “presupuesto por programa”; es por ello que cada dependencia cuenta con Programas Presupuestarios (PP), a través de los cuales la Secretaría de Administración y Finanzas asigna techos financieros que las mismas dependencias van ejerciendo por

<sup>1</sup> La MGSI Fabiola Martínez Castillo es Profesora en la Universidad Autónoma de Nayarit, México [fabiolam@uan.edu.mx](mailto:fabiolam@uan.edu.mx) (autora corresponsal)

<sup>2</sup> MTI Mauricio Sánchez Carmona es desarrollador en la Secretaría de Planeación, Programación y Presupuesto del Gobierno del Estado de Nayarit. [mauriciosanchez@outlook.com](mailto:mauriciosanchez@outlook.com)

<sup>3</sup> La cDr. Rosalva Arteaga Medina es Profesora en la Universidad Autónoma de Nayarit, México [rosalvaarteaga@gmail.com](mailto:rosalvaarteaga@gmail.com)

medio de las distintas partidas presupuestales para la operación y cumplimiento de los objetivos de cada dependencia o entidad del Gobierno del Estado. Por lo anteriormente mencionado, los PP son la base para las MIR.

En los lineamientos generales para la evaluación de los Programas Federales de la Administración Pública Federal, un indicador se define como “la expresión cuantitativa o, en su caso, cualitativa que proporciona un medio sencillo y fiable para medir logros, reflejar los cambios vinculados con las acciones del programa federal, monitorear y evaluar sus resultados”, así mismo en el mismo documento se detallan los diversos elementos de las MIR (Secretaría de la Función Pública, 2015).

Contar con una aplicación informática que permita la gestión de los indicadores plasmados en las MIR de las dependencias y entidades del Gobierno de Estado de Nayarit, da la posibilidad de agilizar el seguimiento del Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Nayarit como los establecen las disposiciones de su Capítulo Quinto: Información, evaluación y control y Sexto: Evaluación del Gasto Público del mismo presupuesto. De igual manera se da cumplimiento a las disposiciones legales de orden constitucional: artículo 134: “Los recursos económicos de que dispongan (...), los estados, (...), se administraran con eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez para satisfacer los objetivos a los que estén destinados. Los resultados del ejercicio de dichos recursos serán evaluados por las instancias técnicas que establezcan, respectivamente, la federación, los estados (...), con el objeto de propiciar que los recursos económicos se asignen en los respectivos presupuestos en los términos del párrafo anterior.”; artículo 133, de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Nayarit, “La administración y gasto de los recursos económicos de que dispongan los entes públicos estatales y municipales, atenderá a los principios de racionalidad, eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez para satisfacer los objetivos propios de su finalidad; considerando, además, la misión y visión institucional del ente público del que se trate. La planeación para el desarrollo estatal y municipal facilitará la programación del gasto público con base en objetivos y metas, claros y cuantificables, que permitan evaluar adecuadamente su cumplimiento, a fin de conocer los resultados obtenidos.”; artículo 61 fracción II de la Ley General de Contabilidad Gubernamental (2015). - “Además de la información prevista en las respectivas leyes en materia financiera, fiscal y presupuestaria (...), las entidades federativas (...), incluirán en sus respectivas leyes de ingresos y presupuestos de egresos (...), apartados específicos con la información siguiente: II. Presupuestos de Egresos: b) El listado de programas, así como sus indicadores estratégicos y de gestión aprobados.”

Además, la aplicación permite al gobierno de Estado: unificar y validar estructura de la información de los PP, las MIRs y los indicadores; agilizar el proceso de captura de los PP, las MIRs y los indicadores; controlar y verificar el seguimiento de definición de metas y avances de las dependencias y organismos por parte de un ente rector, como lo es la SPPP; generación de diversos reportes especificados o no por el SED; dar seguimiento al Plan Estatal de Desarrollo y visualizar de manera global el estatus del Gobierno Estatal

### Descripción del Método

Se seleccionó Scrum como metodología de desarrollo debido a lo ágil, simple y flexible para el control y seguimiento, tales características corresponden a la naturaleza cambiante de las necesidades y requisitos de la SPPP, principal actor del sistema, así como al poco tiempo de desarrollo disponible.

A pesar de contar con especificaciones bien definidas mencionados en el tópico anterior, se realizó un análisis de requerimientos inicial y un plan de trabajo por parte del departamento de Informática de la SPPP, tomando en cuenta dichos documentos y necesidades propias de la DGPE de la SPPP. Posteriormente se hizo el análisis y diseño iniciales del sistema. Cabe señalar que para cada sprint se fueron realizando modificaciones al análisis, diseño, desarrollo y pruebas necesarias, orientadas a la funcionalidad principal de cada sprint, corrigiendo cualquier detalle observado por parte de la SPPP respecto a sus requisitos. Por lo que se pudieron especificar las siguientes características y funcionalidades del sistema:

- Debido al alcance de la aplicación, se plantearon cinco sprints: el primero centrado la creación de formularios de captura para los PP y MIRs; el segundo para el seguimiento de metas y avances; el tercero para automatizar el cálculo de metas y avances; el cuarto enfocado en la creación de formularios para verificación del seguimiento por parte de la SPPP y el quinto orientado en la construcción del tablero de control de los indicadores y reportes diversos.
- Se eligió Oracle 11g como gestor de base de datos y APEX versión 5 como herramienta de desarrollo, principalmente porque ya se encuentran otros sistemas informáticos implementados en la SPPP con estas herramientas. También es importante mencionar que APEX permite construir aplicaciones web de manera nativa, este tipo de aplicaciones facilitan el trabajo colaborativo sin tener grandes requerimientos tecnológicos para su implementación o utilización, de esta manera las dependencias involucradas pueden trabajar de manera sencilla.

- Seguridad basada en las dependencias, los usuarios pueden editar solo el avance o meta del indicador correspondiente a cada dependencia según el usuario ingresado, la SPPP podría ver la información de todas las dependencias.
- Seguimiento de avance para la DGPE, la aplicación debería tener un apartado donde los usuarios de la DGPE, pudieran ver toda la MIR y en su momento, poder editarla
- Control de verificación y visto bueno por parte de la DGPE, de datos generales de la MIR, seguimiento financiero, metas y avances.
- Automatización en el cálculo de metas y avances dada una fórmula y definición del valor de cada variable de la misma.
- Reportes preliminares y finales por dependencia y trimestre
- Tablero de control accesible a todos los ciudadanos, a través del portal de la SPPP
- Tiempo aproximado de desarrollo de seis meses
- Mejora continua en cada año

La aplicación ha sido incluida dentro del Sistema Integral de Manejo de Obra (SIMON) ya que comparte información relevante al manejo de obra como lo son los programas presupuestales, además de que gran parte de los usuarios de las dependencias y personal de la DGPE, también utilizan el Gestor de contenidos para la generación del informe de Gobierno del Estado de Nayarit, también incluido en este sistema integral.

Finalmente se realizaron pruebas finales y una capacitación al personal de las dependencias y organismos, así como de la DGPE de la SPPP.

La aplicación consta de tres módulos:

- El primero enfocado no solo al seguimiento por parte de la DGPE de la información capturada por las dependencias, aquí se especifica el programa presupuestal, su alineación al PED, dependencia responsable y MIR (Figura 1 y Figura 2). Dentro de la MIR, se puede especificar, nombre del indicador, descripción, tipo, fórmula, frecuencia de seguimiento, entre otra información. Al definir la fórmula el sistema analiza y separa variables y operadores de tal manera que la especificación de la meta o avance pueda determinarse a nivel variable y obtener el valor del indicador en un momento determinado por la frecuencia especificada. Parte de la página se puede ver en la Figura 3. Como ya se mencionó, también existe una parte para revisar la información capturada (metas, avances, avance financiero) y dar un visto bueno por parte de los técnicos de la DGPE (Figura 4).

Figura 1. Definición del Programa Presupuestal

Indicador	Tipo de Indicador	Nivel/Resumen Narrativo	Nombre del Indicador	Definición	Fórmula	Unidad de Medida	Frecuencia	Tipo de indicador	Dimensión a Medir	Meta Original Anual (A)	Avance Alcanzado Anual (B)	Variación de B vs A	Análisis e interpretación de resultados
1	Fin	Mayores recursos captados por actos de fiscalización	Porcentaje de incremento en la obtención de recursos en relación al ejercicio anterior	Comparar los recursos captados federales y estatales por auditorías de un ejercicio fiscal con respecto al anterior inmediato	$(\text{Recursos obtenidos en el año actual} - \text{Recursos obtenidos en el año inmediato anterior}) \cdot 100$	Porcentaje	ANUAL	ESTRATÉGICO	ECONOMÍA	72.08	72.08	100	Derivado del análisis de concentración de metas del programa operativo anual 2016, suscrita entre la SHCP y el estado de Nayarit, se concertó no considerar las cifras liquidadas en la meta 2015, mismas que representaron el 62.56% de la meta 2015
6	Propósito	Incremento de contribuyentes en el cumplimiento de sus obligaciones fiscales	Porcentaje de incremento en el cumplimiento de eficiencia operativa del tablero global	Evalúa las revisiones en proceso y las revisiones terminadas de métodos sustantivos, así como cuantificó y da seguimiento a la productividad y recaudación en métodos sustantivos	$(\text{Puntos obtenidos de eficiencia operativa en el ejercicio actual} / \text{Puntos obtenidos de eficiencia operativa en el ejercicio anterior}) \cdot 100$	Porcentaje	ANUAL	ESTRATÉGICO	EFICIENCIA	-23.07	-23.07	100	Derivado del análisis de concentración de metas del programa operativo anual 2016, suscrita entre la SHCP y el estado de Nayarit, se contempla alcanzar lo 15 puntos de eficiencia operativa.
3	Componente	Incremento en la Presencia Fiscal	Porcentaje de contribuyentes auditados en relación al universo	Presencia fiscal	$(\text{Presencia fiscal del ejercicio actual} / \text{Presencia fiscal del ejercicio inmediato anterior}) \cdot 100$	Porcentaje	ANUAL	GESTIÓN	EFICACIA	-7.7	-7.7	100	Derivado del análisis de concentración de metas del programa operativo anual 2016, suscrita entre la SHCP y el estado de Nayarit, se concertó programar menos cantidad de revision para el 2016.
4	Componente	Capacitación al personal	Número de personal capacitado en relación con el ejercicio anterior	Capacitación fiscal	$(\text{Número de personal capacitado en el ejercicio actual} / \text{Número de personal capacitado en el ejercicio inmediato anterior}) \cdot 100$	Porcentaje	ANUAL	GESTIÓN	EFICACIA	-40.88	-40.88	100	El personal cuenta con acceso a capacitación institucional estatal, así mismo se capacita en forma presencial de manera continua.

Figura 2. Matriz de Indicadores

Incluir en Informe de Gobierno  Sí  No Orden de Presentación en Informe:

---

**Resultados**

Año línea base:  Línea base:

Meta:  Resultado:

Resultados proyectados:  Variación porcentual:

Es Variación:  Sí  No

---

**Frecuencia**

Frecuencia:

Enero  Febrero  Marzo  Abril  Mayo  Junio

Julio  Agosto  Septiembre  Octubre  Noviembre  Diciembre

---

**Variables**

Editar	Nombre Variable	Nombre Corto
	USUARIOS QUE RECIBIERON DIFUSIÓN EN EL AÑO ACTUAL	UORDEEAA
	USUARIOS QUE RECIBIERON DIFUSIÓN EN EL AÑO ANTERIOR	UORDEEAA

[Crear Variable](#)

---

**Seguimiento a detalle**

Editar	AÑO	Mes	META	AVANCE	Variación porcentual	JUSTIFICACION	Fuente de Información	Avance actualizado al	Meta verificada al	Meta verificada	Avance verificado
	2017	Diciembre	8.89	27.44	308.66	Se logró la meta debido a que se superaron los asistentes en las actividades de las Jornadas Estatales de Estadística, Geografía y Medio Ambiente 2017	-	11-01-2018	18-04-2017	S	S

[Crear Seguimiento](#)

---

**Seguimiento de Indicadores**

No se ha encontrado ningún dato [Crear Indicador](#)

Figura 3. Especificación del indicador

Ejercicio: 2017 Trimestre: 4		Acciones											
Stiglas	Metas Sin Definir/Pendientes	Avances Sin Definir/Pendientes	Tipo ind...	Indicador	Resultado	Meta	Metas Sin Definir/Pendientes	Avances Sin Definir/Pendientes	MIR Definitiva	MIR Preliminar	Datos Abiertos	Datos generales verificados	Monto ejercido verificado
SPPP	92	150					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
COCYEN	0.0	0.0					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
DIF	0.0	0.0					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
SOP	7.73	3.10					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
IPROVINAY	0.50	1.80					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
SGG	155.65	81.14					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
SECTUR	0.0	1.0					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
SGC	0.0	0.0					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-
SAF	0.0	0.0					0.0	0.0	Incompleta	Incompleta	Incompleta Abierta	-	-

Figura 4. Seguimiento de los avances y metas

- El segundo módulo, básicamente permite a las dependencias capturar los valores de las variables para el posterior cálculo de metas y avances en una frecuencia ya especificada. El sistema puede determinar solo aquellos indicadores a los que son necesarios el especificar su respectivo avance como se muestra en la Figura 5 y Figura 6. Por ejemplo, si se especificó que el indicador se iba a reportar semestralmente en los meses de junio y diciembre, en esta sección no aparecerá este indicador sino hasta los primeros 10 días de julio y enero. En este módulo se puede imprimir toda la MIR de manera preliminar o definitiva y sirve como documento oficial para entregar avances en la MIR y PBr de cada dependencia a la SPPP y a la Secretaría de Administración y Finanzas.

Programa	Verificar (Editar Avance Financiero)	Editar metas	Editar avances	Imprimir preliminar	Tipo de indicador	Nombre del indicador	Fórmula	Unidad de Medida	Frecuencia	Tipo de indicador	Dimensión a Medir	Resultado	Meta	Metas sin definir	Metas pendientes	Avances por definir	Avances pendientes	Periodo	
Inversiones Estratégicas para el Desarrollo Social	Sin verificar	Metas	Avances	Imprimir	Componente	Porcentaje de Ayuntamiento capacitados y asesorados	(No. de Municipios capacitados y asesorados en materia de reglas de operación / No. de Municipios existentes) * 100	Porcentaje	ANUAL	GESTIÓN	EFICACIA		0	1	1	0		2017	1
		Metas	Avances	Imprimir	Componente	Porcentaje de Municipios coordinados con la Federación y el Estado	(Número de municipios que participan en reuniones del Subcomité de Zonas Prioritarias y de Empleo Temporal / Número de Municipios convocados) * 100	Porcentaje	ANUAL		EFICACIA		0	1	1	0		2017	1
Programación, Control y Operación Presupuestal de la Inversión	Programación - Presupuestación	Metas	Avances	Imprimir	Fin	Porcentaje de saldos sin aprobar	((Saldos acumulados sin aprobar en el año actual / saldos acumulados sin aprobar en el año anterior) - 1) * 100	Porcentaje	ANUAL	ESTRATÉGICO	EFICACIA		1	0	1	0		2017	1
		Metas	Avances	Imprimir	Propósito	Porcentaje de montos aprobados	(Montos asignados en el ciclo presupuestario vigente aprobados / Montos asignados en el ciclo presupuestario vigente) * 100	Porcentaje	SEMESTRAL	ESTRATÉGICO	EFICACIA		2	0	1	0		2017	1
		Metas	Avances	Imprimir	Componente	Porcentaje de propuestas de inversiones recibidas	(Propuestas de inversión recibidas en tiempo y forma / Propuestas de inversión solicitadas) * 100	Porcentaje	ANUAL	GESTIÓN	EFICIENCIA		1	0	1	0		2017	1

Figura 5. Relación de metas y avances por capturar

**Programa Presupuestal** Programación, Control y Operación Presupuestal de la Inversión

**Meta 1**  
Variable: Programación - Presupuestación  
Indicador: Porcentaje de saldos sin aprobar  
Fórmula: ((Saldos acumulados sin aprobar en el año actual / saldos acumulados sin aprobar en el año anterior) - 1) \* 100

**Avance del indicador**

**Meta - avance**

Año 2017 Mes Diciembre

Unidad Medida: Porcentaje

Avance Verificado:  Sí  No Avance actualizado en:

Meta Meta Verificada:  Sí  No Meta actualizada en:

Variación porcentual:

**Misceláneos**

Análisis Inicial

**Análisis e Interpretación de Resultados**

Fuente Información:

**Seguimiento detallado**

Q [ ] Ir Acciones Editar Restablecer

Avance	Meta	Variable
-	-	SALDOS ACUMULADOS SIN APROBAR EN EL AÑO ACTUAL
-	-	SALDOS ACUMULADOS SIN APROBAR EN EL AÑO ANTERIOR

1 filas seleccionadas Total 2

Figura 6. Captura de meta y avance a nivel variable

- Toda vez que la información ha sido capturada por las dependencias y validada por la SPDP, se puede concentrar y representar en un tablero de control para así representar el avance de cada Programa Presupuestal de una manera visual y en un contexto global. Esta información puede ser consultada en <http://svo-14-93.servidoresvirtuales.mx/ords/f?p=121:385>. En primera instancia se mostrará el tablero de control agrupado por objetivo estratégico, programa, dependencia y tipo de indicador (fin, propósito y componente), y filtrar esa información por año. Los usuarios pueden conocer a detalle la información del programa presupuestal y el detalle de sus indicadores desde el tablero de control haciendo clic en el tipo de indicador. El código de colores es intuitivo y va del rojo (menos del 51%), al amarillo (menos del 81%), al verde claro (menos del 100.01%) y verde oscuro (más del 100%) de cumplimiento de la meta. Parte del tablero se puede ver en la Figura 7.



Figura 7. Tablero de control

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

Se ha logrado desarrollar una aplicación web que facilita la interacción de las diversas entidades del Gobierno del Estado de Nayarit bajo los lineamientos del SED, que permite concentrar los diversos indicadores para los Programas Presupuestales que cada una de ellas ejecuta, lo que permite a la DGPE, realizar la evaluación del PBr y el PED, también indirectamente la Secretaría de Administración y Finanzas se ha venido beneficiada porque le facilita la evaluación del Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado. Por otra parte, dado que el tablero de control se encuentra abierto al público en general, se cumple con la encomienda de Transparencia que el Gobierno Federal se ha vendido promoviendo cada vez más.

#### Conclusiones

Utilizar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) ha permitido, a través de este tipo de herramientas, optimizar diversos tipos de recursos en el contexto gubernamental, en un ambiente colaborativo. Es importante resaltar que el software ha sido integrado en otros sistemas ya desarrollados lo que facilita la generación de información en un contexto global.

#### Recomendaciones

El sistema es susceptible a un proceso de mejora continua, sobre todo si se menciona que las necesidades en el contexto gubernamental cambian con bastante frecuencia y surgen nuevas tecnologías en el ámbito de las TICs. Dentro de los puntos a mejorar se pueden mencionar: editor de fórmulas que analice las expresiones de manera semántica y semántica, implementar un sistema de comunicación entre la DGPE y las dependencias, que permita la interacción de observaciones en la captura de avances, metas y seguimiento financiero, implementar varios reportes que permitan evaluar el PED y el PBr a la SPPP.

### Referencias

- Pérez-Jácome Friscione Dionisio (2012), "Presupuesto basado en resultados: Origen y aplicación en México", descargado el 9 de Octubre del 2017, [http://www.hacienda.gob.mx/EGRESOS/sitio\\_pbr/Documents/Pbr\\_Mex\\_02072012.pdf](http://www.hacienda.gob.mx/EGRESOS/sitio_pbr/Documents/Pbr_Mex_02072012.pdf)
- México. (2007). Diario Oficial de la Federación: Lineamientos generales para la evaluación de los Programas Federales de la Administración Pública Federal, México: consultado el 9 de octubre del 2017 en [http://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/eval\\_mon/361.pdf](http://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/eval_mon/361.pdf)
- Secretaría de la Función Pública (2007), "Sistema de Evaluación del Desempeño", consultado el 10 de octubre del 2017 en <https://www.gob.mx/sfp/acciones-y-programas/sistema-de-evaluacion-del-desempeno-sed>.
- Secretaría de la Función Pública (2015), "Lineamientos para la construcción y diseño de indicadores de desempeño", consultado el 10 de octubre del 2017 en "https://www.gob.mx/sfp/documentos/lineamientos-para-la-construccion-y-diseño-de-indicadores-de-desempeno"
- Poder Legislativo del Estado de Nayarit, "Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Nayarit", consultado el 10 de octubre del 2017 en <http://www.nayarit.gob.mx/transparenciainfiscal/marco regulatorio/leyes/constitucion.html>
- Ley General de Contabilidad Gubernamental del Estado de Nayarit (2015), consultado el 10 de octubre del 2017 en [http://www.nayarit.gob.mx/transparenciainfiscal/des/1\\_marco\\_regulatorio/ley\\_de\\_presupuestacion.pdf](http://www.nayarit.gob.mx/transparenciainfiscal/des/1_marco_regulatorio/ley_de_presupuestacion.pdf)

# PRONÓSTICOS DE LA ECONOMÍA EN UNA ERA DE INCERTIDUMBRE: ASPECTOS TEÓRICOS Y HECHOS

Dr. Oshiel Martínez Chapa<sup>1</sup>, M.C. Cecilia Rocha Felizardo<sup>2</sup>,  
Dra. Cristina de León García<sup>3</sup> y Dr. Miguel Angel Piñón Miramontes<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente trabajo tiene el propósito de reflexionar en torno de la función de los pronósticos en la economía real, caracterizada por los cambios permanentes y la incertidumbre en el mediano y largo plazos. La hipótesis que se plantea es que, por ser la economía una ciencia social, está sujeta a condiciones dinámicas, las cuales limitan las decisiones con precisión de los agentes participantes. El trabajo emplea series de tiempo y contrasta las predicciones de los precios anuales con sus respectivos precios reales. Se concluye, pues, que quienes toman decisiones complejas, a pesar de modelos y vasta información, lo hacen en las condiciones de desconocimiento del futuro.

**Palabras clave**— Pronóstico, incertidumbre, riesgo

## Introducción

Nos atrevemos a decir que toda organización recurre a los pronósticos de manera consciente o inconsciente, desde el momento que deben planear y pronosticar en cada una de sus áreas; como son: finanzas, ventas, producción, capital humano, entre otras más. Incluso en los organismos no lucrativos es necesario predecir.

Calcular el comportamiento de la economía en general, y de la situación de las empresas o de los sectores que la conforman constituye un objetivo y esfuerzo que consume energías y dinero. Sería ideal tener mejor conocimiento de los acontecimientos futuros y así reducir la incertidumbre que caracteriza a la vida económica; no obstante, la realidad es que los agentes económicos no pueden interpretar el acontecer de los mercados, tanto en lo inmediato, así como en el mediano y largo plazos en los entornos local y, por supuesto, global. El tema es relevante dada la fuerte exposición al riesgo en que se encuentran la totalidad de los agentes económicos en la actualidad.

La Gran Recesión de 2008-2009 tomó mal parados a millones de ciudadanos del mundo. Aun las empresas y los gobiernos no advirtieron los riesgos elevados y sorpresivos asociados a la adquisición de deudas en la forma de hipotecas, crédito estudiantil y demás. La política monetaria de la Reserva Federal y de los bancos centrales de la mayoría de los gobiernos de Occidente, aparentemente se veía solida dadas las tasas de interés más bajas de la historia. No obstante, para los ciudadanos resulta que la información de que disponían fue incompleta, asimétrica o, francamente equivocada, y el resultado fue la quiebra de instituciones bancarias, automotrices, de seguros; con consecuencias de rescates que ahora soportan los contribuyentes.

En la actualidad, es constante la preocupación referente a los errores correspondientes a cualquier procedimiento de pronóstico, debido a que estas predicciones rara vez son precisas y quienes pronostican solamente pueden intentar que los errores que se cometen de forma inevitable se minimicen lo más posible (Hanke y Wichern, 2006). Según Sarah Kent (2015) las predicciones o pronósticos de demanda son un coctel de suposiciones a menudo basadas en datos incompletos y variables como el crecimiento económico y global y las oscilaciones en los precios del petróleo y los tipos de cambio.

## Descripción

### *Marco Teórico*

El pronóstico es una proyección respecto a una situación futura, lo cual implica tomar acontecimientos históricos y emplear datos actuales para después estimar un acontecimiento. Para realizar un pronóstico, idealmente certero, los estudiosos echan mano de las técnicas de la Econometría, la cual es una disciplina que emplea instrumentos Estadísticos-Matemáticos combinados con la Teoría Económica a fin de estimar la conducta de las variables económicas y predecirlas (Guisan Seijas, 1997 y Nava Medina y Torres Alcocer, 2014).

<sup>1</sup> Dr. Oshiel Martínez Chapa es Profesor del Depto. de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Reynosa. [omartinez@uat.edu.mx](mailto:omartinez@uat.edu.mx) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> M.C. Cecilia Rocha Felizardo es Presidenta de la Academia de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Reynosa. [crochaf@hotmail.com](mailto:crochaf@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Cristina de León García es Profesora del Depto. de Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico de Reynosa. [cristideleon@yahoo.com](mailto:cristideleon@yahoo.com)

<sup>4</sup> Dr. Miguel Angel Piñón Miramontes es Profesor del Depto. de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. [miguelpinonm@gmail.com](mailto:miguelpinonm@gmail.com)

En otro orden de ideas, Ballou (citado en UDLAP, s.f.) divide los métodos de pronósticos en tres categorías: cualitativos, proyección histórica y causales. Para los administradores de las empresas, es de suma importancia hacer predicciones sobre bases, en lugar de meras presunciones; para lo cual cuentan con varias técnicas de pronóstico basadas en métodos lógicos generados por acontecimientos históricos. Escapa al propósito de este estudio describir cada una de las técnicas empleadas — cualitativos y cuantitativos— solo se señalan a continuación las más utilizadas: Consenso de un panel, método Delphi, analogía histórica, investigación de mercados, pronóstico visionario, métodos de pronóstico para series de tiempo y modelos causales (Revistas UDEM, 1999).

En lo que concierne al tiempo u horizonte del pronóstico, cabe señalarse que el mismo es clasificado en tres categorías: i) de corto alcance, el cual oscila entre uno y tres meses; ii) de mediano alcance, mismo que oscila entre tres meses y tres años; y, finalmente, iii) el de largo alcance, éste es de tres años o más de duración (Cohen, s.f.).

Las organizaciones utilizan tres tipos importantes de pronósticos en las operaciones futuras de la planificación, siendo estos los siguientes:

- Los pronósticos económicos, los cuales tratan con el ciclo de negocio y se encargan de predecir variables como las tasas de inflación, fuentes de financiamiento y demás indicadores de la planeación financiera.
- Los pronósticos tecnológicos se refieren a los índices del progreso tecnológico, los cuales se relacionan con la innovación, adquisición y fusiones entre empresas.
- Los pronósticos de la demanda, los cuales se basan en el comportamiento de eventos pasados, así como la incorporación de aspectos que pueden intervenir en el mercado.

Lo anterior no significa que los pronósticos intuitivos o de sentido común no se deban utilizar; sino que, aunado con la habilidad directiva para hacer proyecciones futuras con base en las técnicas modernas y haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicación, los resultados serán más precisos. En general, los pronósticos son una base para que los inversionistas tengan más elementos a la mano en sus decisiones estratégicas; esto es igualmente válido para las empresas y los gobiernos.

Respecto a los Estados Unidos de América (EEUU), según Hanke y Wichern (2016) los pronósticos realizados en cuanto a los precios del petróleo no tomaron en cuenta los cambios bruscos, dado que la mayoría de los analistas creía que 2015 sería un año de recuperación lenta pero gradual de los precios, a medida que los productores de esquisito del país referido redujeran el gasto y se definieron menores precios en el petróleo. No obstante, ello no contribuyó a estimular la demanda. Las proyecciones no son una ciencia exacta, especialmente en el caso del petróleo, una industria global con datos sumamente irregulares. No obstante, son cruciales y son la base de decisiones empresariales acerca de cuándo perforar y cuándo protegerse. Hoy en día, la economía es de una competencia feroz a escala mundial, los cambios en los mercados son rápidos e imprevistos y están reduciendo los ciclos de vida de los productos. Por tanto, los organismos que no reaccionen de inmediato ante los cambios globales y que no puedan predecir el futuro con un cierto grado de precisión, están condenadas a extinguirse.

Para el economista Everardo Elizondo, ex gobernador del Banco de México (2016), buena parte de los ejercicios de pronóstico no son otra cosa que “adivinanzas educadas”, apoyadas en alguna teoría, en cifras históricas, en un modelo estadístico, en una gráfica y aun en el mismo sentido común. Por su parte, Mark Thoma (2014), en esta misma línea de pensamiento, responde a la pregunta del por qué los economistas no previeron la crisis financiera en 2008: la falla para predecir con precisión el curso de la economía no se limita a la crisis financiera y la Gran Recesión que siguió. El advierte que los modelos computacionales macroeconómicos tampoco son muy útiles para predecir cómo variables como el PIB, el empleo, las tasas de interés y la inflación evolucionarán con el tiempo. Por tanto, no es de sorprenderse que pronosticar la mayoría de las cosas sigue siendo algo complicado.

Monaghan (2014) menciona que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) admite haber hecho un pronóstico de crecimiento sobreestimado de la economía en la eurozona sin considerar una caída global en los precios del petróleo. Una falla para detectar la severidad de la crisis de esta zona y el impacto del desmoronamiento del sistema financiero mundial ha llevado consistentemente a realizar pronósticos equivocados en los años recientes, especialmente entre 2007 y 2012. Las predicciones fueron ajustadas constantemente y muy rápido cuando la crisis financiera se presentó; pero el crecimiento se mostró aun sustancialmente más débil de lo que se había proyectado. Y es que la OCDE señaló que una falla para predecir el rumbo y el impacto de la crisis en la Eurozona y una falla para entender la crisis financiera, así como la interdependencia entre estos es la causa de los errores de las predicciones. La OCDE reconoce una falla al momento de interpretar el impacto de las políticas de austeridad en varios países, puesto que no parecieron ser la causa de las inconsistencias en los pronósticos. La cuestión es que las políticas de austeridad no lograron contener el deterioro de las condiciones de vida de los trabajadores y ciudadanos en lo general.

Torstein Polleit (2014), del Instituto Mises (2015), especialista en economía austriaca, menciona que no hay constantes en la denominada Acción Humana y, por lo tanto, las predicciones de los fenómenos sociales son imposibles. Dicho concepto fue acuñado por Ludwig von Mises (1949) y esencialmente establece que los individuos

interactuamos cotidianamente en ambientes caracterizados por la incertidumbre. En ese sentido, las predicciones de patrones pueden no ser imposibles, pero las predicciones de magnitudes exactas sí lo son.

Cachanosky (2000) sostiene que la diferencia entre las ciencias naturales y las sociales es la regularidad en el comportamiento de las variables. El hecho de que en las primeras exista regularidad, permite predecir a partir de datos históricos; las condiciones del pasado se mantendrán en el futuro dentro de un rango aceptable para tomar decisiones, con alto grado de confiabilidad o por lo menos, dentro de un rango de confianza probable. En cambio, en las predicciones económicas no hay regularidad, aun cuando se mantengan las mismas condiciones. La incertidumbre y el riesgo provienen de resultados no predecibles; de hecho, el riesgo crece cuando es más grande el rango de variación en relación al resultado esperado.

### Métodos y resultados

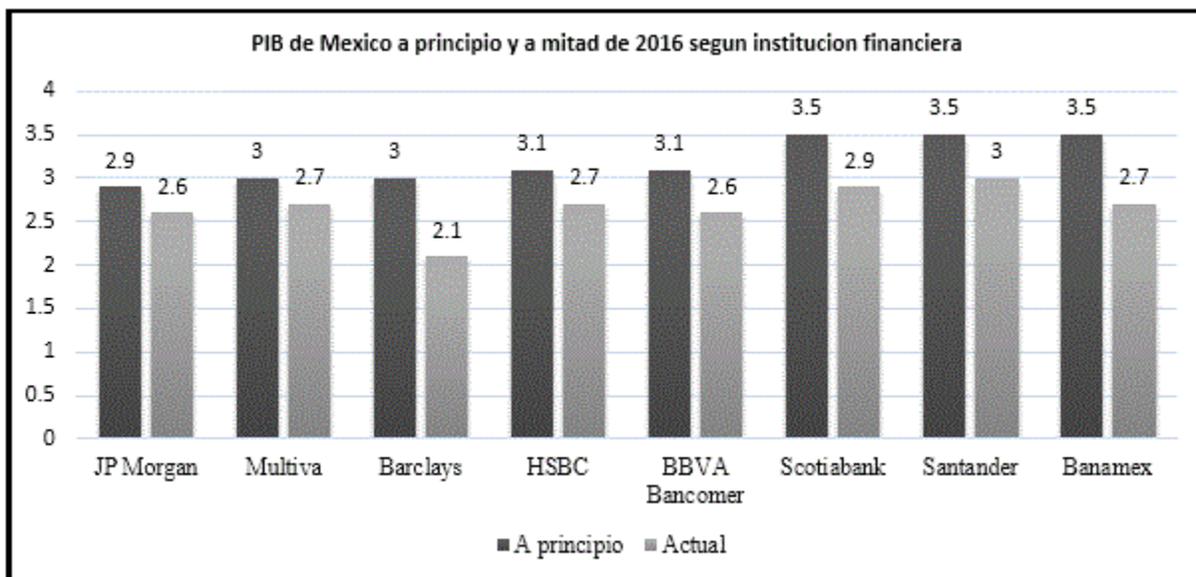
Como parte del método empleado, se utiliza la serie de tiempo de los precios internacionales del petróleo para el periodo 2000-2016. En el cuadro 1 se observa cómo las corporaciones petroleras con gran experiencia, aun empleando modelos sofisticados y minería de datos, no fueron capaces a lo largo de diez y seis años de acertar pronóstico alguno. Las diferencias mínimas se aprecian en los años 2000 y 2010 respectivamente. A lo largo del periodo se observan quiebres en los precios, lo cual equivalen a importantes desbalances en los presupuestos de operación de un número indeterminado de gobiernos e industrias, pues se trata del petróleo, ciertamente un recurso estratégico de la economía mundial. En el 2009 se advierte una diferencia negativa significativa como resultado de la Gran Recesión, la cual se caracterizó por una disminución en la demanda de materia y prima y de mano de obra en prácticamente todos los sectores de la economía real. A partir del 2010 el pronóstico en el precio se mantiene en los 76 dólares, excepto en 2016. Lo anterior significa un promedio en el cambio porcentual de -17.8 y una desviación estándar de 29.00. El precio más alto se observa en el 2008, bajando ligeramente en los años posteriores; recuperándose en el 2011 y teniendo una baja abrupta en el 2015 del 52%. Lo anterior debido al precio determinado por los principales países productores de petróleo.

	Precio de barril crudo (*)	Precio Pronosticado	Diferencia respecto a precio	Cambio porcentual
2000	27.7	28.61	-0.91	3.18
2001	35.93	23.0	12.93	-56.22
2002	26.19	23.7	2.49	-10.51
2003	31.08	27.7	3.38	-12.20
2004	41.50	24	17.5	-72.92
2005	56.65	35	21.61	-61.86
2006	66.06	51	15.06	-29.53
2007	72.34	68	4.34	-6.38
2008	99.67	75	24.67	-32.89
2009	61.96	75	-13.04	17.39
2010	79.50	76	3.50	-4.61
2011	94.9	76	18.9	-24.87
2012	94.08	76	18.08	-23.79
2013	97.98	76	21.98	-28.92
2014	93.17	76	17.17	-22.59
2015	48.67	76	-27.33	35.96
2016	55.00	76	-19.0	27.63
Promedio	63.70	56.6	7.10	-17.8
Desviación estándar	25.38	22.79	14.75	28.77

Cuadro 1. Análisis en precios del petróleo con base en datos de *West Texas Intermediate* y *Deloitte Resources* (2016)

En el plano de la economía en México, las proyecciones de crecimiento en el PIB para 2016 por parte de las instituciones financieras se advierten en la Gráfica 1. Se observa que los pronósticos a principios de años proyectaron un crecimiento entre 2.9 y 3.5%, cuyo promedio fue de 3.2%. Sin embargo, a mediados de año dichas instituciones bancarias corrigieron a la baja sus pronósticos, estableciéndose un pronóstico de 2.66%. Al cierre del

2016, el reporte para el crecimiento del PIB, según el Banco de México fue de 2.3%., equivalente a una diferencia porcentual de .54 a la baja (Morales, 2017). Este sencillo ejercicio da cuenta de la tendencia a sobreestimar estimaciones de precios y proyecciones de crecimiento de parte de instituciones privadas y de gobiernos.



Gráfica 1. Encuesta de crecimiento para México, (Banamex, 2016)

### Comentarios finales

#### Conclusiones

En este trabajo se ha destacado el carácter incierto de la vida social y económica. No está en nosotros el dominio de los acontecimientos futuros, aun cuando la ciencia y la tecnología han registrado notables avances. Las empresas y los gobiernos requieren ejercicios para estimar la demanda futura de la población (alimentos, energía, servicios públicos, etcétera). De ningún modo se desestima el valor que tienen las técnicas para realizar ejercicio de pronósticos en la demanda, en los precios y demás variables económicas. Se hace más bien hincapié en el carácter singular que tiene el comportamiento humano, según se ha hecho referencia de algunos autores en este documento. El trabajo ha dado cuenta de cómo organismos internacionales como el Fondo Monetario Internacional, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, la Agencia Internacional de Energía, por mencionar algunos, no advirtieron en sus pronósticos el quiebre financiero e industrial que les apareció súbitamente con la Gran Recesión de 2008-2009. Tampoco han acertado en pronosticar episodios del pasado siglo XX como la Gran Depresión de los 1929-1933), la crisis del petróleo (1973-1974), las devaluaciones del peso mexicano iniciadas desde mediados de los setenta y extendidas hasta ahora, por mencionarse algunas.

#### Recomendaciones

Para realizar un análisis objetivo de los datos obtenidos en la aplicación de alguna de las técnicas de pronóstico, es indispensable emplear, adicionalmente, el buen juicio, el consejo de expertos y, sobre todo, la prudencia, especialmente cuando no se dispone de suficientes datos históricos. No se debe dejar de lado la intuición propia de quienes ven oportunidades de emprendimiento que luego capitalizan. En la actualidad se combinan varias técnicas cuantitativas para realizar pronósticos finales, incluyendo métodos de pronóstico por apreciación subjetiva (pronósticos cualitativos).

En la parte de las recomendaciones es preciso considerar aspectos como los siguientes: En primer lugar, es conveniente que, al iniciar proyectos de inversión de largo plazo dadas, se calculen debidamente los riesgos inherentes a toda inversión. Ello debe incluir el consejo profesional de especialistas en la materia (financiera, estratégica, tecnológica, etc.). En segundo lugar, es importante que las inversiones proyectadas se basen en el ahorro y en expectativas de crecimiento realistas. Para ello es fundamental evaluar las opciones y decidir la alternativa que prevea eventos susceptibles de ocurrir, evitándose así la improvisación e ingenuidad en la toma de decisiones. Como funcionarios, administradores y ciudadanos ordinarios debemos considerar la dinámica económica, política y

tecnológica e la que nos encontramos inmersos. El futuro es desconocido, pero debemos ser previsores y, por tanto, evaluar el entorno se vuelve indispensable

### Referencias

Banamex (2016). Pronóstico de crecimiento de México. Encuesta.

Cachanosky, J.C. (2000). Las decisiones empresariales y las predicciones en economía. Revista Libertas 32. Consultada por internet el 14 de abril de 2017. Dirección de internet: [http://www.eseade.edu.ar/files/riim/Libertas/12\\_9\\_Cachanosky.pdf](http://www.eseade.edu.ar/files/riim/Libertas/12_9_Cachanosky.pdf)

Cohen, R. (s.f.). Gestión de Recursos – FI UBA: Pronósticos. Consultada por internet el 30 de noviembre de 2017. Dirección de internet: <http://materias.fi.uba.ar/7628/PronosticosTexto.pdf>

Dornbush, R., Fischer, S. y Startz, R. (2004). Macroeconomía, 9a. Edición, editorial Mc Graw Hill.

Elizondo, E. (2016). Pronósticos optimistas y realidades parcas, Periódico el Norte. Consultada por internet el 20 de febrero de 2017. Dirección de internet: <http://www.elnorte.com/aplicacioneslibre/editoriales/editorial.aspx?id=79174&md5=7f01a112287b36b1fb1b9f7169566fa8&ta=0dfdbac11765226904c16cb9ad1b2efe>

Friedman, N. (2015). ¿Por qué se equivocaron todos los pronósticos sobre el precio del crudo?, Wall Street Journal. Consultada por internet el 5 de octubre de 2017. Dirección de internet: <https://www.wsj.com/articles/por-que-se-equivocaron-todos-los-pronosticos-sobre-el-precio-del-crudo-1450154424?tesla=y>

Greenville, S. (2013). Economic Forecasting: Broken models. Consultada por internet el 7 de febrero del 2017. Dirección de internet: <https://www.lowyinstitute.org/the-interpretor/economic-forecasting-broken-models>

Guisan Seijas, M.C. (1997). Econometría. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España.

Hanke, J.E. y Wichern, D.W. (2006). Pronósticos en los negocios. 8a. Edición. Editorial Pearson Prentice Hall.

Instituto Mises. (2015). No, "Big Data" Can't Predict the Future. Mises Institute. Consultada por internet el 12 de febrero de 2017. Dirección de internet: <https://mises.org/library/no-big-data-can%E2%80%99t-predict-future>

Kent, S. (2015). ¿Por qué las predicciones de la demanda petrolera no suelen dar en el blanco?, Wall Street, Journal, Consultada por internet el 20 de marzo de 2017. Dirección de internet: <https://www.wsj.com/articles/por-que-las-predicciones-de-la-demanda-petrolera-no-suelen-dar-en-el-blanco-1449177560>

Monaghan, A. (11 de febrero de 2014). OECD admits overstating growth forecast mid eurozone crisis and global crash. The Guardian. Consultada por internet el 30 de marzo de 2017. Dirección de internet: <https://www.theguardian.com/business/2014/feb/11/oecd-overstating-growth-forecasts>

Morales, Y. (2017). El PIB de México creció 2.3% anual en el 2016. El economista. Consultada por internet el 22 de marzo de 2017. Dirección de internet: <https://www.eleconomista.com.mx/economia/El-PIB-de-Mexico-crecio-2.3-anual-en-el-2016-20170222-0096.html>

Nava Medina, J., Torres Alcocer, L. (2014). Características económicas de regímenes autocráticos y democráticos. Tesis Licenciatura. Economía. Departamento de Economía, Escuela de Negocios y Economía, Universidad de las Américas Puebla.

Polleit, Torsthen (2014). La acción humana es una acción con propósito. <http://www.miseshispano.org/2014/01/la-accion-humana-es-una-accion-con-un-proposito/>

Revistas Udem. (1999). Pronósticos para la toma de decisiones. Revistas Udem (en línea). Vol. 2, No.4, consultada por Internet el 26 de octubre del 2017. Dirección de internet: <file:///C:/Users/crist/Downloads/1435-5425-1-PB.pdf>

Thoma, M. (29 de septiembre de 2014). Why are economic forecasts wrong so often? CBS Money Watch. Consultada por internet el 8 de marzo de 2017. Dirección de internet: <https://www.cbsnews.com/news/why-are-economic-forecasts-wrong-so-often/>

UDLAP. (s.f.). Capítulo II: Los Pronósticos. Universidad de Las Américas Puebla (en línea). Consultada por Internet el 20 de octubre del 2017. Dirección de internet: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mepi/nava\\_n\\_g/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mepi/nava_n_g/capitulo2.pdf)

Von Mises, L. (1949). La Acción humana: Tratado de Economía, New Haven, Yale University Press.

West Texas intermediate y Deloitte Resources. (2016). Evaluation and Advisory International Forecasting. Consultada por internet el 16 de marzo de 2017. Dirección de internet: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/REA/ca-en-forecast-march-31-2016.pdf>

# LABORATORIO INTELIGENTE DE REDES Y TELECOMUNICACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CAMPUS PUERTO VALLARTA

Ing. Ricardo Javier Martínez García<sup>1</sup>, Dr. Aurelio Enrique López Barrón<sup>2</sup>,  
M. en C. Mónica Salcedo Rosales<sup>3</sup> y M.T.E. Gabriel Zepeda Martínez<sup>4</sup>

**Resumen**— Esta investigación tuvo como finalidad el diseñar y desarrollar un prototipo utilizando la domótica donde se integró la automatización del clima y las luces del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México. Una de las problemáticas detectadas es el alto consumo de energía eléctrica, resultado del uso de los equipos electrónicos por parte de los alumnos y profesores. Cabe mencionar que los equipos se encuentran encendidos todo el día. Para el desarrollo del prototipo del Laboratorio se tomó como referencia en el modelo propuesto por Sánchez, Cobo, Dorado y Mejía; en la cual está diseñado en tres fases: (a) planeación, (b) diseño y construcción y (c) diseño e implementación. Con el desarrollo de dicho prototipo se demostró la funcionalidad y ahorro de energía que puede tener de forma real el Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones haciéndolo inteligente con apoyo de las tecnologías.

**Palabras clave**—edificio inteligente, domótica, sistema experto, inmótica.

## Introducción

En la actualidad hay una extensión de Internet conocido como “Internet de las cosas” tecnología que cambiará todo. Si bien puede parecer una declaración arriesgada, hay que tener en cuenta el impacto que Internet tuvo y sigue teniendo sobre la educación, la comunicación, las empresas, la ciencia, el gobierno y la humanidad. Claramente Internet es una de las creaciones más importantes y poderosas de toda la historia de la humanidad. Ahora se debe tener en cuenta que Internet de las cosas representa la próxima evolución de Internet, que será un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que se pueden convertir en información, conocimiento y en última instancia, sabiduría. En este contexto, el Internet de las cosas se vuelve inmensamente importante (Evans, 2011). Por lo anterior, Alcaraz (s.f.) mencionó que gracias al Internet de las cosas “cada vez es mayor la cantidad y la variedad de dispositivos inteligentes que utilizamos en nuestro ambiente. Contamos con teléfonos, electrodomésticos, automóviles, relojes, gafas, etc. y con nuevas tecnologías de conexión de mayor alcance y acceso a las redes”. Los avances como refrigeradores que se conectan al correo electrónico, baterías que alimentan a toda una casa y los termostatos que pueden detectar un incendio, son, si se puede decir la aplicación del Internet de las cosas. Como consecuencia de lo anterior, se puede mencionar que la era de las casas inteligentes finalmente ha llegado y muchas personas hoy en día creen que los edificios inteligentes serán tan comunes como los Smartphone en menos de una década. Tal vez esta idea de un futuro con hogares y edificios inteligentes no esté tan alejada del pensamiento colectivo. Hasta hace unos años tener una casa inteligente era privilegio de pocos, con precios que oscilaban alrededor de los 200 mil pesos, pero hoy en día el poder controlar las luces, subir o bajar las persianas puede costarte solo una fracción de lo que antes era (Alcaraz, s.f.).

En este contexto, el término de edificio inteligente es muy utilizado en la actualidad, aunque el calificativo inteligente puede ser pretencioso. Fue en foros informáticos donde se comenzó a utilizar para referirse a sistemas con capacidad de procesar datos o conseguir un comportamiento similar al humano. De esta manera, en principio se podría entender por edificio inteligente como un “edificio domotizado” al que se le incorpora inteligencia artificial para simplificar el mantenimiento, hacerlo tolerante a fallos. En este sentido, el término “inteligente” es muy amplio y se puede referir a muchos otros aspectos del edificio, como la interacción con el usuario (ambiente inteligente) y la interacción con el medio ambiente (edificio sostenible y ecológico), etc. Por lo tanto, un edificio inteligente deber ser un edificio domótico o Inmótico que además presente alguna característica que se pueda considerar como inteligente,

<sup>1</sup> Ing. Ricardo Javier Martínez García es egresado de la Licenciatura en Ingeniería en Telemática del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México [rjaviermgarcia@gmail.com](mailto:rjaviermgarcia@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Aurelio Enrique López Barrón, profesor docente del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México [aurelio.lopez@cuc.udg.mx](mailto:aurelio.lopez@cuc.udg.mx)

<sup>3</sup> M. en C. Mónica Salcedo Rosales es profesora de la Universidad Autónoma de Nayarit, México [msalcedo@uan.edu.mx](mailto:msalcedo@uan.edu.mx)

<sup>4</sup> M.T.E. Gabriel Zepeda Martínez es profesor de la Universidad Autónoma de Nayarit, México [gabrielzepeda@uan.edu.mx](mailto:gabrielzepeda@uan.edu.mx)

como, por ejemplo: el manejo inteligente de la información, la integración con el medio ambiente, la facilidad de la interacción con los habitantes y anticiparse a sus necesidades (Romero Morales, Vázquez Serrano, & Castro Lozano, 2007).

Por otra parte, el término de domótica como se mencionó anteriormente se asocia a los edificios inteligentes. El concepto de domótica es un término que proviene de la unión de dos palabras: *domus*, que en latín significa casa; y *automático*, que en griego significa que funciona por sí solo. Los edificios y casas adquieren esta definición cuando incorporan en ellas algún tipo de tecnología, por sencilla que sea, que permita utilizar todos los elementos de una manera diferente a la usual, como, por ejemplo, encender y apagar las luces con órdenes de voz, en lugar del interruptor. Claro que se debe de asegurar que esta nueva forma sea sencilla, eficiente desde el punto de vista energético, confiable, que no signifique un riesgo para el usuario, y que proporcione algún tipo de confort con respecto a la forma tradicional (Redolfi, 2013). Adicionalmente, el término de inmótica es también utilizado en el tema de los edificios inteligentes. El concepto de inmótica se define como el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema (Asociación Española de Domotica e Inmótica, s.f.). Finalmente, otro término que se asocia a los edificios inteligentes son los sistemas expertos el cual se puede definir como “como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada” (Castillo, Gutiérrez, & Ali S., 1996).

En este contexto, el Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara Campus Puerto Vallarta, tiene un laboratorio físico especializado para Redes y Telecomunicaciones, el cual es utilizado por alumnos de las carreras en Licenciatura en Ingeniería en Computación y Telemática. En el año 2017 fueron un total de 200 alumnos quienes tomaron clases en este laboratorio. Las dimensiones físicas de dicho laboratorio corresponden a 32.7 metros cuadrados. Adicionalmente, se tienen instaladas 16 computadoras, seis racks, 54 dispositivos de redes (switch/routers), cuatro workstations, dos aires acondicionados mini Split, un cañón y una pantalla para proyectar. Por lo anterior, una de las problemáticas que se tiene en el Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones, es el alto consumo de energía el cual corresponde aproximadamente a 64.88 kwh de energía eléctrica resultado del uso de los equipos por parte de los alumnos y profesores. Cabe mencionar, que los aires y las luces se encuentran prendidas de lunes a viernes de siete de la mañana a nueve de la noche, siendo un total de 14 horas al día. Adicionalmente, en este laboratorio no se cuenta con una persona que este físicamente todo el tiempo en este espacio que este al pendiente del encendido y apagado de todos los equipos; por lo que los alumnos y profesores son quienes manejan el control de dichos equipos. Por lo anterior, el objetivo de este proyecto fue el desarrollar un prototipo utilizando la domótica que permita integrar la automatización del clima y las luces del laboratorio de redes y telecomunicaciones del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara Campus Puerto Vallarta, México. En este sentido, los objetivos fueron los siguientes: (a) realizar el diagnóstico de las características del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones con la finalidad de planear el desarrollo de un prototipo donde se realice la automatización del clima y las luces de manera inteligente, (b) conectar los componentes electrónicos del prototipo del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones para la automatización del clima y las luces de manera inteligente y (c) desarrollar la programación de la aplicación del control y supervisión del prototipo del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones para la automatización del clima y las luces de manera inteligente.

### Descripción del Método

La metodología de este proyecto de investigación se basa en el modelo propuesto por Sánchez, Mesa, Herbert, Manrique, Cobo, Dorado y Mejía, (2014); en la cual se integra de tres fases: planeación, diseño y construcción, y diseño e implementación. A continuación, En el cuadro 1 se muestra las fases para el desarrollo del prototipo del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones.

Numero de Fase	Fase	Actividad
1	Planeación	Se define los detalles del producto final tales como las características, los usuarios, la lógica y las funcionalidades a implementarse.
2	Diseño y construcción.	Diseño de los planos y esquema de conexión de cada módulo o componente.
3	Diseño e implementación.	En esta fase se diseña los componentes electrónicos y la lógica del controlador y la interface de usuario o aplicación.

Cuadro 1. Fases del proyecto del prototipo del Laboratorio de redes y telecomunicaciones

### *Fase 1. Planeación*

La fase de planeación, define los detalles del producto final de manera minuciosa, tales como, las características, los usuarios, la lógica general y las funcionalidades que podrían ser implementadas. Por lo anterior, las características de la edificación, así como sus condiciones de uso son las siguientes: (a) es un espacio de 32.7 mts cuadrados, (b) cuenta con 14 computadoras marca HP, 6 racks, 56 dispositivos de redes, (c) dos aires acondicionados (mini, marca mirage), (d) es utilizado el laboratorio un promedio 12 horas al día con alumnos de las Carreras de Ingeniería en Telemática y Computación. En cuanto a los usuarios quienes utilizan el Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones son alumnos y profesores de las carreras de ingeniería en Telemática y Computación quienes toman clases cada semestre, con horarios de 07:00 am a 09:00 pm de lunes a viernes. Los alumnos suelen utilizar el equipo de cómputo que se tiene, además de los switches y routers con los que se cuentan para hacer sus prácticas. Adicionalmente, al equipo de cómputo los alumnos continuamente llevan su propio equipo para trabajar (tabletas y laptops), ya que les resulta cómodo y cuentan con el espacio para trabajar. Finalmente, en cuanto a las funcionalidades que se podrían implementar en el Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones es la seguridad y ahorro de energía, por lo que de acuerdo con la prioridad que se tiene por los encargados del laboratorio se comenzará con la automatización del clima y las luces.

### *Fase 2. Diseño y construcción*

Una vez se tiene una idea clara de los elementos, se empieza con la construcción de los componentes. En esta fase se diseña el plano con los detalles necesarios para construcciones, de una manera tal, que cumpla con los objetivos funcionales. Este paso es crítico para el proyecto, ya que limita los espacios y las posibilidades de automatización de elementos que se quisieran implementar. Por lo anterior, para la elaboración de los planos se definió una arquitectura centralizada para el sistema domótico con una topología de estrella. En este tipo de red, todos los componentes o sensores se conectan a una unidad central controladora, que luego de analizarla, toma las decisiones y las envía a los actuadores. La arquitectura centraliza el control de un pequeño grupo de parejas sensor-actuador, esto con el fin de tener una mejor distribución de los sensores dentro de lo que es el laboratorio. Cabe mencionar, que el arduino hace la función de controlador el cual se conecta con el resto de los componentes como los sensores los actuadores y el módulo de comunicación bluetooth. Por medio de las luces led se simula el comportamiento del sistema de iluminación en el laboratorio. El sistema cuenta con dos fotorresistencias o sensores de luz, estos sensores son conectados a los pines análogos del arduino, ya que la lectura proveniente es análoga, todo esto para poder capturar con mayor precisión la iluminación ambiental. Los dos motores simulan el comportamiento del sistema de aire acondicionado, estos regularizaran su velocidad acorde a la lectura de temperatura. Los dos motores están conectados a los pines PWM del arduino, estos pines facilitan el control de la velocidad de los motores. La lectura de la temperatura y humedad se hace por medio de dos sensores DHT22, para una mayor precisión. En la figura 1 se puede observar la conexión de los componentes con el arduino.

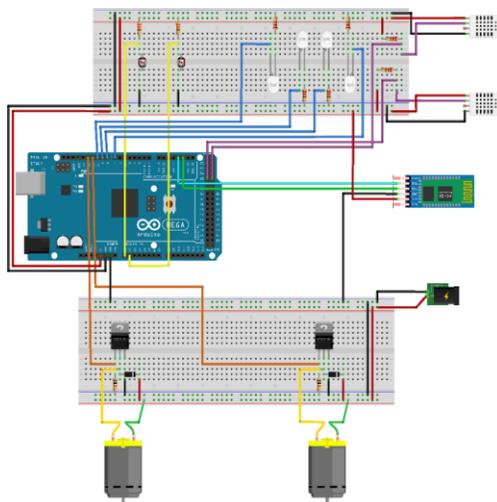


Figura 1. Conexión del arduino

### *Fase 3. Diseño e implementación de módulos*

En la fase 3, Fase de diseño e implementación de módulos, se diseñan los componentes domóticos a nivel de electrónica y un componente de lógica que contiene toda la programación del control. A los componentes se les llama módulos para definir una parte del proyecto separable y construible de manera independiente. Por lo anterior, la programación del controlador consta de dos partes. En la primera parte, el controlador se comunica por vía bluetooth a la aplicación, en la espera de la orden de activar/desactivar el sistema de luces. En la segunda parte, el controlador se encarga de la ejecución automática de las luces y el aire; todo esto dependiendo de los valores obtenidos. Las luces se ajustarán dependiendo de la cantidad de luz proveniente del exterior, a menor luz exterior mayor sería la iluminación interna.

En lo que se refiere a la temperatura, si se obtiene una lectura alta del ambiente, el aire acondicionado disminuirá su temperatura, a menor lectura mayor sería la temperatura. Todos los datos de temperatura, humedad y estados de las luces, son enviadas por vía bluetooth hacia la aplicación móvil para una monitoreo constante.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

Se puede concluir que se hizo una réplica exacta a una escala menor del laboratorio real del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones. Así mismo, se puede mencionar que con el desarrollo de la aplicación móvil se demostró la funcionalidad del sistema a una perfección del 100%. La aplicación se conecta correctamente al sistema mostrando los datos de temperatura y humedad en tiempo real. Adicionalmente, también se pudo demostrar como las luces disminuían, aumentaban o se apagaban cuando se iluminaba directamente los sensores de luz. En la figura 2 se muestra el prototipo que se desarrolló del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones



Figura 2. Prototipo del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones

En la figura 3 se puede observar la interfaz gráfica del inicio de la aplicación. Al momento de abrir la aplicación esta mostrará el icono de la aplicación. Posteriormente, se podrá observar las opciones del menú principal de la aplicación: (a) luces, (b) clima, (c) energía, (d) proyector, y (e) conexión.



Figura 3. Interfaz gráfica del inicio de la Aplicación

### Conclusiones

En conclusión, se puede mencionar que la domótica es un punto clave para conseguir una integración, entre seguridad y comodidad, llegando a tener un hogar conectado con el mundo exterior. La Domótica es sin duda algo que se verá en el futuro. Las casas inteligentes serán las casas de futuro, sobre todo si son amigables con el medio ambiente, se está consciente que ya en la actualidad existe mucha tecnología que nos facilita el trabajo en el hogar. Los beneficios que aporta la domótica son múltiples, y en general cada día surgen nuevos, algunos de estos son por ejemplo el ahorro energético. La potenciación y enriquecimiento de la propia red de comunicaciones, la seguridad personal y patrimonial. La gestión remota vía teléfono, radio, Internet, etc. algunas de las limitantes al querer tener un sistema domótico es el alto costo, pero se espera que en un futuro los costos disminuyan. Finalmente, se concluye que gracias al desarrollo del prototipo del laboratorio de redes y telecomunicaciones se puede atender la problemática del gasto energético por lo que su implementación real asegura un ahorro sustancial en consumo eléctrico para la institución educativa.

### Recomendaciones

Hay muchas funcionalidades dentro del Laboratorio de Redes y Telecomunicaciones, los cuales se les puede implementar la automatización. Una recomendación para un futuro proyecto sería la implementación de un sistema de seguridad y monitorización, un sistema que permita dar el seguimiento remoto de la seguridad dentro del laboratorio implementando las medidas necesarias para su cuidado.

### Reseña de las dificultades de la búsqueda

Unas de las principales limitantes en este proyecto fue el tiempo, puesto que había módulos o sistemas en los cuales se requería de un mayor tiempo de desarrollo para su programación. Adicionalmente, el recurso económico fue una limitante para el desarrollo y experimentación de algunos módulos. Finalmente, se menciona que este proyecto de investigación se limitó solo a la regulación de la temperatura y las luces pudiendo haber implementado otros elementos para la domotización del laboratorio y con ello hacerlo 100% inteligente.

### Referencias

- Alcaraz, M. (s.f.). Internet de las cosas. Paraguay.
- Asociación española de domótica e inmótica. (s.f.). Cedom. Obtenido de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-inmotica>
- Castillo, E., Gutiérrez, J. M., & Ali S., H. (1996). Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas. Santander España.
- Evans, D. (2011). Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco.

Redolfi, I. (2013). Domótica. Buenos Aires Argentina: Fox andina.

Romero Morales, C., Vázquez Serrano, F., & Castro Lozano, C. (2007). Domótica e inmótica, vivienda y edificios inteligentes. México: Alfaomega.

Sánchez, C., Mesa, A., Herbert, C., Manrique, C., Cobo, L., Dorado, R., & Mejía, C. (2014). Diseño e implementación de un prototipo de vivienda domótica basado en las plataformas arduino y android. Bogotá Colombia.

# DIMENSIONAR EL APRENDIZAJE DE LA HISTORIA EN SECUNDARIA: CIMENTANDO ACTITUDES Y PERCEPCIONES HACIA LAS TAREAS DE APRENDIZAJE

Gloria Martínez Martínez<sup>1</sup>, Ana Luisa González Reyes<sup>2</sup>, Skary Armando López Osuna<sup>3</sup>, Xavier Cruz Lara<sup>4</sup>

**Resumen-** La propuesta teórica de Marzano y Pickering (2005) acerca de proporcionar andamios que faciliten las tareas de aprendizaje de los estudiantes, parte de la idea de que el aprendizaje es un complejo sistema de procesos interactivos que incluye cinco tipos de pensamiento representados por las cinco dimensiones del aprendizaje. Con fundamento en lo anterior, el propósito de este artículo es presentar los resultados de trabajo en la dimensión uno, referida a la necesidad de fomentar las actitudes, percepciones y hábitos mentales que preparen y, por tanto, faciliten el aprendizaje. En este estudio participaron 12 adolescentes de entre trece y quince años de edad de una escuela secundaria de Guadalajara. A través de una Experiencia de Aprendizaje Mediado, se les presentó un modo alternativo de aprender historia que requería, como previo, sentar las bases actitudinales y perceptivas para que, teniendo como eje la activación de la metacognición, la apropiación significativa de contenidos se lograra. Tras un tratamiento cualitativo de los datos, los resultados muestran una relación positiva entre dicha experiencia y la generación de conocimiento declarativo y procedimental y su transferencia a nuevos retos cognitivos como disposiciones para aprender.

**Palabras clave** – aprendizaje, metacognición, percepciones y actitudes positivas

## Introducción

En la actualidad, no existe un único y acabado concepto de aprendizaje, pero desde una postura constructivista y cognoscitivista, se reconoce que es el propio individuo quien, a partir de su experiencia con el mundo, adquiere, usa, organiza y transforma su pensamiento a partir de la configuración de esquemas mentales. En palabras de Bruner (1997), tales esquemas, pueden entenderse como entidades cognoscitivas en forma de estructuras jerárquicas de tipo declarativo o semántico que guían la comprensión, explicación y predicción del mundo circundante y, orientan, por tanto, el comportamiento sobre éste. En este sentido, el aprendizaje estaría dado por el desarrollo, cada vez más complejo, de esquemas mentales.

Dentro de este marco, conviene destacar aquí, la idea de aprendizaje experiencial y metacognitivo, pues es a partir de la interacción de los esquemas mentales previos, puestos en operación ante situaciones nuevas en las que el sujeto se ve obligado, por ejemplo, a realizar inferencias, dar explicaciones, hacer predicciones o actuar sobre el mundo, que se elaboran significados que pueden llevar a la reestructuración de los esquemas mentales (Martínez, 20014, 40). Esto es así porque este interjuego entre el conocimiento previo y la información nueva, a través de la acción sobre el mundo, conlleva la apropiación de un repertorio de estructuras cognitivas y metacognitivas en las que, por una parte, se adquiere información y por la otra, procedimientos para recuperar, usar y pensar la información, es decir, estrategias metacognitivas (Estévez, 2002,18). Este proceso, no es ocioso señalarlo, no es simple, lineal, ni unitario, sino por el contrario, es complejo, dinámico, y ocurre por fases (Estévez, 2002,51).

Al respecto, y como lo apunta Estévez (2002, 70) los aportes de la investigación señalan que las diferentes áreas de aprendizaje como la lectura, la escritura o la solución de problemas, por ejemplo, son procesos de pensamiento complejo que demandan la activación de diversas habilidades y estrategias cognitivas que ocurren en diferentes momentos de aprendizaje. Sobre este rubro, es precisamente el modelo de las dimensiones de aprendizaje de Marzano y Pickering (2005) el que se asumió como referencia para este estudio, ya que propone que para el aprendizaje se logre, éste se debe entender y trabajar como un sistema en el que interaccionan cinco diferentes tipos de procesos cognitivos o de pensamiento, que son los que se constituyen en cada una de las siguientes dimensiones del aprendizaje (que, dicho sea de paso, no deben ser vistas de manera aislada o estrictamente secuencial, sino por el

<sup>1</sup> La Dra. Gloria Martínez Martínez es Coordinadora de la Licenciatura en Pedagogía de la UPN 142 Tlaquepaque. Correo: glorymarmar@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> La Mtra. Ana Luisa González Reyes es Profesor-investigador del Departamento de Estudios en Educación de la Universidad de Guadalajara. Correo: ana\_luisa\_reyes@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> El Dr. Skary Armando López Osuna es Coordinador del Doctorado de la sede de la Universidad Pedagógica Nacional unidad 142 Tlaquepaque, Jalisco. México y profesor de la Universidad del Valle de México. Correo: skaryupn@hotmail.com

<sup>4</sup> El Mtro. Xavier Cruz Lara es asesor pedagógico de la UPN 142 Tlaquepaque. Correo: xaxipa@hotmail.com

contrario, hay que considerar que pueden ser simultáneas o estar presentes a lo largo de todo el proceso): 1.- Actitudes y percepciones positivas frente al aprendizaje, desde el clima y ambiente del aula así como también hacia las tareas de aprendizaje. 2.- Adquirir e integrar conocimiento, a partir de la adquisición de hábitos mentales productivos que posibilitan la construcción de sentido para el conocimiento declarativo y la integración de conocimiento procedimental. 3.- Extender y refinar el conocimiento. Se trata de ayudar a los alumnos a desplegar pensamiento complejo a través de habilidades como comparación, clasificación, inducción, deducción, abstracción, análisis de errores, y, análisis de perspectivas. 4.- Uso significativo del conocimiento, mediante la toma de decisiones, investigación, indagación, invención y resolución de problemas. 5.- Hábitos mentales, como destrezas del pensamiento involucrados en el conocimiento adquirido y que promueven el pensamiento crítico, creativo y auto-regulado.

Con lo dicho hasta aquí, se puede entender que para preparar una situación de aprendizaje es necesario tener en cuenta que la adquisición de conocimiento nuevo implica, ya no la acumulación de datos, sino prioritariamente de procedimientos y habilidades para adquirir, recuperar, usar y organizar información, a partir del diseño de experiencias en las que el sujeto, al verse obligado a elaborar respuestas adecuadas ante situaciones nuevas, active e incida en la transformación y enriquecimiento de su funcionamiento cognitivo y metacognitivo.

Justo sobre este punto, y para asegurar el éxito de tal situación de aprendizaje, fue necesario proponer como objetivo prioritario cimentar las disposiciones para aprender. Lo anterior obedeció a la consideración de que el conocimiento previo (sobre todo el relativo al dominio de habilidades y procedimientos para aprender) que poseen los estudiantes de escuela común, suele encontrarse muy distanciado de los propósitos del aprendizaje significativo. De acuerdo con Pozo, et al. (1991) en un gran sector de estudiantes de nivel básico, el conocimiento que poseen se observa en forma desvinculada y, cuando tratan de adquirir nueva información, simplemente la añaden a sus esquemas existentes en forma de hileras o listados sin relación, debido a un “asociacionismo ingenuo”, ya que lo que se privilegia es la acumulación de datos, ideas, y trozos de la realidad, que se apilan unos a otros, sin lograr establecer vínculos especiales entre ellos.

Así pues, para efectos de este estudio, y teniendo como base la afirmación de Ausubel, et al. (1986,48) respecto de que, si gran parte del rechazo e incluso pánico que algunos estudiantes presentan frente a las disciplinas “difíciles” se explica a partir del desconocimiento o desconfianza en las propias aptitudes para aprender significativamente, entonces decidimos enfocarnos en preparar las disposiciones para aprender (Marzano y Pickering, 2005). Lo que se buscó fue evitar el choque entre las demandas de la tarea y las expectativas personales ante la misma. De este modo, el objetivo consistió en lograr que los sujetos percibieran las tareas como valiosas e interesantes, que entendieran y tuvieran claridad de lo que se pidiera y que creyeran en sus propias habilidades y los recursos para realizarlas y generar así, los andamios para transferir sus habilidades a nuevos contenidos de aprendizaje.

### Descripción del método

Para dar tratamiento al propósito antes enunciado, se asumió, en primer lugar, como contenido la asignatura de historia; en segundo lugar, como sujetos de aprendizaje, a estudiantes de secundaria; en tercero, se perfiló como ambiente de aprendizaje, la Experiencia de Aprendizaje Mediado (EAM); de la manera que se describe a continuación:

1.- La asignatura de historia se consideró, entre otras cosas porque, de acuerdo con la SEP (2011), es ésta la materia que más se resiste a las innovaciones curriculares y porque, según Zaragoza (1991) es también la asignatura que con más encono esconde su método de producción de conocimiento por lo que termina siendo presentada y trabajada con los estudiantes a modo de conocimiento terminado.

2.- Los criterios de selección de los participantes estuvieron orientados por la necesidad de conjuntar un grupo diverso, tanto en género como en su historia de éxito o fracaso con el contenido temático. Así, en este estudio participaron doce estudiantes de entre trece y catorce años que cursaban el segundo grado de escuela secundaria pública de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

3.- La EAM se eligió porque es un ambiente prediseñado que busca que los participantes establezcan un tipo de relación con las tareas, procesos y materiales de manera tal, que les sea posible articular su propia acción y sus proyectos de actuación. Para ampliar la comprensión de esta modalidad utilizaremos las siguientes palabras de Kozulin:

En el aprendizaje directo, el niño interacciona con su entorno. Esta interacción puede adoptar la forma de aprendizaje por observación, por ensayo y error, por condicionamiento o mediante cualquier otra actividad en la que el niño interaccione directamente con ciertos estímulos. En una situación de aprendizaje mediado, un adulto o compañero más capacitado se sitúa “entre” el entorno y el niño, modificando radicalmente las

condiciones de la interacción. El mediador, selecciona, modifica, amplía e interpreta objetos y procesos para el niño (Kozulin, 2000,78).

Así, “a partir de una participación productiva y colaborativa en la construcción conjunta del conocimiento, en la búsqueda de una solución o de un abordaje innovador ante una situación relevante” (Díaz Barriga, 2006,33) los alumnos van aprendiendo a plantear sus propias preguntas, hipótesis y respuestas (Martínez, 2014, 63), en suma, se van apropiando de estrategias cognitivas y metacognitivas para hacer frente a las tareas.

Concretar estos principios de la EAM para los fines de este estudio conllevó optar por un enfoque “por descubrimiento”, que, a diferencia del enfoque “por recepción” (los contenidos se le presentan en su forma final, sólo para ser incorporados como información terminada), es el alumno quien debe descubrir y entretejer los vínculos y relaciones del contenido de aprendizaje. En palabras de Ausubel, et al. (1986,35):

...lo que va a ser aprendido no se da, sino que debe ser descubierto por el alumno antes de que pueda incorporar lo significativo de la tarea a su estructura cognoscitiva, es decir, el rasgo distintivo es que se debe descubrir algo. El alumno debe reordenar la información, integrarla en la estructura cognoscitiva existente, y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el producto final deseado o se descubra la relación entre medios y fines que hacía falta.

Lo anterior implicó también considerar dos tipos de objetivos: 1. Cognitivos, tienen que ver con la apropiación de contenidos, y, 2. Meta-cognitivos, tienen que ver con la toma de conciencia y regulación de los propios procesos de aprender (Estévez, 2010,13). Ambas formas quedaron integradas de la siguiente manera: 1. Que los estudiantes sintieran la necesidad de buscar nuevos sentidos a los hechos históricos. Para ello resolvieron una tarea a través de un procedimiento semejante a la forma en que se trabaja en la historia, consistente en atender una problemática cotidiana que demandaba formular preguntas de indagación, trabajar con fuentes de información, buscar indicios, construir vínculos entre los hechos, plantear una hipótesis y elaborar una respuesta (ejercicio denominado “El caso de Juan<sup>5</sup>”); y, 2. Que a partir de las exigencias que planteó dicha tarea, fueran los mismos aprendices quienes usaran, descubrieran o desentrañaran los procesos de significación subsumidos. Aquí se usó un ejercicio metacognitivo orientado por la reflexión de cuestiones como: ¿qué hice?, ¿cómo lo hice?, ¿para qué lo hice? y ¿qué descubrí? (Martínez, 2014).

El material de trabajo se presentó a los estudiantes por medio de fichas (textos cortos con ilustraciones) que incluían las siguientes fuentes de información: 1.- una carta de un niño a su maestro mostrando su preocupación por el ausentismo de Juan, su compañero de clase. 2.- Una entrevista que el profesor hace a una vecina de Juan, también, preguntando por él. 3.- El comentario televisivo de un economista sobre el tema de la pobreza y el aumento de los niños en situación de calle. 4.- Un informe periodístico de una investigadora social sobre los lugares y condiciones en las que viven los niños en situación de calle. 5.- La crónica de un periodista sobre las peripecias de un hombre y su familia en su recorrido para llegar al D.F. en busca de mejores condiciones de vida. La consigna general fue lectura individual de todo el material, y para el resto de las fichas se invitó a reflexionar sobre las siguientes preguntas: ¿qué te dice lo que acabas de leer? Si tu fueras Pedro (el amigo que pregunta por Juan) y eso que te preocupa quisieras plantearlo en forma de pregunta ¿cómo quedaría?, ¿podrías escribir una idea acerca de lo que le pudo suceder a Juan?, ¿qué te dicen estas fichas?, ¿crees que podrías recabar datos sobre lo que le pudo haber sucedido a Juan? Escribe una historia sobre lo que le pasó a Juan.

## Resultados

Mediante una metodología cualitativa, cuya definición general puede entenderse como “cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación” (Strauss y Corbin, 2002,21), y que se refiere al proceso no matemático de interpretación, consistente en conceptualizar y reducir los datos, elaborar categorías en términos de sus propiedades y dimensiones, y relacionarlos por medio de una serie de oraciones proposicionales organizadas en un esquema explicativo teórico (Strauss y Corbin, 2002,22), es que se llevó a cabo la sistematización de la información que a continuación se presenta.

*Cimentando las bases: Necesitamos plantear los hechos, investigar y hacer un proyecto*

La EAM se organizó a partir de tres fases: de preparación para el aprendizaje; de procesamiento; y, de consolidación o extensión. Sin embargo, como ya hemos enfatizado, en este documento, presentaremos sólo los resultados de

<sup>5</sup> Este ejercicio, fue tomado de Aguirre, A., Ballesteros, I., Pérez, A., y Hernández, A. (1993). *Mi libro de historia. Sexto grado*. México: GrafiXpress

trabajo con la primera, que consistió en cimentar actitudes y percepciones positivas hacia las tareas de aprendizaje y cuya concreción se alcanzó cuando los aprendices lograron proyectar una ruta de tratamiento con los contenidos de la historia que se resume en las autoconsignas: “Plantear los hechos, investigar y hacer un proyecto” y “Podemos hacer historia reacomodando hechos y vivencias”, así como en la convicción de las posibilidades personales para lograrlo.

En este punto el fundamento principal fue vivir la experiencia de generar sentido a partir de iniciar un diálogo con las fuentes de información. Aquí, los estudiantes descubrieron que pueden introducirse al estudio del pasado desde intereses personales (“lo que yo quiero saber”). Realizar el ejercicio de plantear preguntas a las fuentes de información para esclarecer una interrogante de una situación cotidiana primero, a través de acciones como indagar, observar o comparar, para poder comprender y explicar, fue sólo el puente o andamiaje necesario para que pudieran proyectar un modo de adentrarse en el trabajo con los temas de la historia. Cabe aclarar que este proceso se logró gracias a la activación de la metacognición, pues estas acciones resultaron significativas sólo cuando reflexionaron sobre ellas con la intención de descubrir su sentido. De esta manera, repensar lo realizado fue condición necesaria para que los chicos visualizaran sus acciones y resultados y, a partir de ahí, generaran conocimiento declarativo y procedimental desde el planteamiento de formas de hacer y de pensar. Expresiones como “empezamos haciendo una pregunta”, pues “sin preguntas no hay nada (qué hacer)” indujeron hacia un proceso que se fue consolidando como un modelo incipiente de operación cognoscitiva que alcanzó una forma más delineada: “necesitamos plantear los hechos, investigar y hacer un proyecto”.

1. Leímos, acomodamos los hechos como creímos y planteamos una pregunta de lo que queríamos saber.
2. Para investigar, hay que empezar planteando una hipótesis<sup>6</sup>. La hipótesis se hace a partir de algo que creemos o queremos saber pero todavía no está comprobado.  
También, para investigar, hicimos una pregunta, de algo que no sepas y quieras saber
3. Imaginamos lo que había pasado y acomodamos los datos.
4. Necesitamos plantear los hechos, investigar y hacer un proyecto (Martínez, 2014, 115)

Un modo particular de interacción con los textos se puede observar en la siguiente cita en la que un estudiante realizó pregunta compleja: “qué pasó, qué hizo y con quién estaba Juan”. Para él, encontrar respuestas exigió como estrategia buscar información a través de la lectura para averiguar y comprender hechos:

“Leí, busqué pruebas y por fin, cuando vi que entrevistaban a la vecina, hallé la respuesta: que trabajaba en la calle del centro.

Leí mucho para encontrar la verdad, busqué mucho, puse mucha atención y pregunté tres preguntas y con eso hallé (las bases para) mi relato” (Martínez, 2014, 115)

Este modo de proceder fue completado por otra estudiante: “(Lo que hicimos fue) pensar y escribir”. El dar cuenta de estos procedimientos cimentó en los chicos una disposición dialógica necesaria como actitud para la comprensión de hechos y procesos históricos:

“Primero leímos, luego preguntamos, después buscamos pistas y de acuerdo con lo que nos dijeron las tarjetas, construimos un relato. Pensamos mucho, se necesita leer y pensar” (Martínez, 2014, 115).

#### *La transferencia a nuevos retos cognitivos: Podemos hacer historia reacomodando hechos y vivencias*

“Podemos hacer historia reacomodando hechos y vivencias”, es una de las consignas más importantes que los jóvenes elaboraron y que fungieron como el cimiento que se buscaba para acceder un aprendizaje significativo de la historia pues constituyó la base para que los sujetos se introdujeran en la comprensión de lo leído y la articulación de textos para elaborar uno propio que lejos de ser una mera reproducción, constituyera una explicación de un hecho histórico desde nuevos sentidos. Con esta idea en mente, fue que avanzaron en la identificación de vínculos entre diferentes eventos, en la formulación supuestos y en la definición de ejes de búsqueda y análisis. En la siguiente cita se observa cómo una estudiante logró objetivar dicha consigna en un modelo integrado por: a) la explicación del hecho (cómo murió Toribio); b) dentro de un contexto (la historia de su vida) y c) el objetivo (dar pruebas de su existencia histórica y no mítica):

Alumna 1A.- Toribio murió pero no por una enfermedad, sino porque lo mataron, creo que lo mataron porque ayudaba a la gente...

Alumna 2A Fue un mártir.

<sup>6</sup> Para los jóvenes que participaron en este estudio una hipótesis consiste en un supuesto que no ha sido comprobado pero que es susceptible de serlo.

Mediador.- ¿Qué preguntas le podemos plantear a ese supuesto?  
Alumno 2A.- ¿Cuál fue la intención de los asesinos?  
Mediador.- Esa podría ser la número uno ¿por qué lo mataron?  
Alumna 2A.- ¿Qué hacía por las personas?  
Mediador.- Número dos ¿qué hacía por las personas para que haya sido motivo de que lo mataran?  
Alumna 2A.- ¿Qué ideas tenía el pueblo?  
Mediador.- Número tres ¿qué ideas tenía el pueblo?  
Alumna 1A.- ¿Cuándo lo hicieron santo? y ¿por qué?  
Alumno 2A.- ¿Por qué decidió hacerse santo?  
Alumna 2A.- No, [no se hizo], lo hicieron. Yo vi una película de él... no me acuerdo muy bien... había así como los del gobierno que no están de acuerdo con la religión y a todos los que querían cambiar la religión y las costumbres de las personas. Que la gente del gobierno no estaba de acuerdo con la religión de antes y a todos los que la practicaban los mataban, por eso surgieron los mártires.  
Mediador.- Haz una pregunta con eso que acabas de decir  
Alumna 2A.- ¿Por qué se hizo mártir?  
Mediador.- Bien. Lo que piensas sobre esa pregunta puedes plantearlo en forma de idea: él murió a causa...  
Alumna 2A.- Aah... yo creo que Toribio se hizo santo por la guerra (Martínez, 2014,122)

Alumna 1A.- (Lo que) Se cree (es) que Toribio murió asesinado... lo mataron cerca del templo, se cree que lo sacaron de su casa arrastrado por un caballo. Yo quiero investigar sobre un santo, de cómo lo mataron, aportar las pruebas, pues lo que se tiene es solo una hipótesis (Martínez, 2014,125).

Así, el ejercicio de “El caso de Juan”, como elemento cotidiano, permitió a los sujetos trabajar con fuentes de información a partir de preguntar y construir proposiciones y conjeturas, y, al relacionar eventos, pudieron dar una explicación más o menos articulada del fenómeno. La metacognición por su parte, permitió generar conocimiento declarativo y procedimental con lo cual, lo aprendido pudo ser transferido a contenidos históricos desde la idea de que el conocimiento histórico es susceptible de ser ampliado, reelaborado o resignificado. En este sentido, se pudieron sentar las bases tanto para la predisposición a la comprensión, como para delinear una zona de desarrollo próximo que es el trabajo con los temas de la historia.

### Comentarios Finales

Como ya se hizo mención, este estudio tuvo como propósito trabajar con estudiantes de secundaria la dimensión uno del modelo de Marzano y Pickering (2005), referida al desarrollo de actitudes y percepciones positivas frente al aprendizaje, debido a que, ante la presentación de un modo alternativo de aprender historia se hacía necesario, como previo, sentar las bases actitudinales y perceptivas para que, las nuevas tareas, lejos de representar angustia o desencanto, se observaran como interesantes y valiosas y los aprendices se sintieran capaces de realizarlas. De manera muy general se puede afirmar que los resultados mostraron una relación positiva entre las percepciones que los participantes lograron configurar a manera de conocimiento declarativo y procedimental y su uso como el soporte o andamiaje necesario para hacer frente a las tareas con éxito y transferir la experiencia a nuevos retos cognitivos.

Tomando en cuenta, de manera muy genérica, que el aprendizaje implica la conexión o establecimiento de vínculos y relaciones entre el conocimiento nuevo y el que ya se posee, y que gran parte del fracaso escolar se explica por la falta o ausencia de operadores cognoscitivos que permitan efectuar tales vínculos, el hallazgo más importante de este estudio se centra en reconocer que gran parte de los cimientos necesarios para el logro de aprendizajes significativos están relacionados con el aprendizaje experiencial y de resolución de problemas mediados por la metacognición.

Para el estudiante de nivel básico, las actividades realizadas pueden no tener mayor relevancia, a menos de que se les oriente al descubrimiento de que las mismas contienen un tipo de organización que los posibilita hacia algún tipo de tratamiento. Aquí, por medio la activación de la metacognición se tiene la oportunidad de pensar en lo que se está haciendo, de evaluar lo que se logra o no, es también un punto de arranque para movilizar ideas, recursos y modos de accionar, y con ello, de hacer explícito su proceder mediante conocimiento declarativo y procedimental. Cuando el alumno es consciente de estas habilidades, su actitud se orienta por comportamientos positivos como disposición para el trabajo, participación, deseo de aprender y tolerancia ante los errores.

Consideramos pues, que un vasto campo de estudio espera en lo que se refiere al análisis de las dificultades y obstáculos que representa para los sujetos que aprenden la apropiación de operadores cognitivos en contextos socioculturales específicos y bajo las demandas particulares de los diferentes campos del saber.

### *Referencias bibliográficas*

- Aguirre, A. Ballesteros, I., Pérez, A. y Hernández, A. (1993). *Mi libro de historia. Sexto grado*. México: GrafiXpress
- Ausubel, D., Hanessian, J. y Novak, H. (1986). *Psicología, punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas
- Bruner, J. (1967). *El saber y el sentir. Ensayos sobre el conocimiento*. México: Editorial Pax-México Librería Carlos Cesarman
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill
- Estévez, E. (2010). *Enseñar a aprender. Estrategias cognitivas*. México: Paidós.
- Kozulin, A. (2000). *Instrumentos psicológicos. La educación desde una perspectiva sociocultural*. Barcelona, Paidós.
- Martínez, G. (2014). *La explicación histórica y la reconfiguración temporal. Un estudio a través de experiencias de aprendizaje mediado con alumnos de secundaria en Guadalajara*. Guadalajara, México: SEP.
- Pozo, I., Asencio, M. y Carretero, M. (1991). "Modelos de aprendizaje-enseñanza de la Historia", en, Carretero, M., Pozo, J., y Asencio, M. (compiladores); *La enseñanza de las ciencias sociales*. Madrid: Aprendizaje Visor. pp.211-239
- Secretaría de Educación Pública (2011). *Enseñanza y aprendizaje de la Historia en la Educación Básica*. México: SEP
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía.
- Zaragoza, G. (1991) "La investigación y la formación del pensamiento histórico del adolescente", en, Carretero, M., Pozo, J., y Asencio, M. (compiladores); *La enseñanza de las ciencias sociales*. Madrid: Aprendizaje Visor. pp. 165-177

### **Notas biográficas**

La Dra. Gloria Martínez Martínez es Lic. en Pedagogía por la Escuela Normal de Jalisco, Mtra. En Investigación en Ciencias de la Educación y Dra. En Educación, ambas por la Universidad de Guadalajara. Actualmente labora en la Universidad Pedagógica Nacional unidad Tlalquepaque, donde es Profesor de Tiempo Completo Titular "C" y Coordinadora de la Licenciatura en Pedagogía.

La Mtra. Ana Luisa González Reyes es Licenciada en Psicología y Maestra en Investigación Educativa por la Universidad de Guadalajara. Actualmente es profesor investigador de tiempo completo en la Universidad de Guadalajara, adscrita al Instituto de Neurociencias, del cual es miembro del Laboratorio de Neuropsicología y Neurolingüística.

El Dr. Skary Armando López Osuna obtuvo el Doctorado en Ciencias de la Administración por la Universidad del Valle de Atemajac y la Maestría en Mercadotecnia por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Actualmente participa en diversas Universidades como docente; es Profesor de Tiempo Completo Titular "C" en la Universidad Pedagógica Nacional Unidad 142 donde es Coordinador del Doctorado; autor de libros y artículos indexados, además de ponente en eventos internacionales y nacionales.

El Mtro. Xavier Cruz Lara obtuvo la Maestría en Investigación Educativa por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ha sido profesor de asignatura en la UNAM, en la Universidad Autónoma de Aguascalientes y actualmente es Profesor de Tiempo Completo Asociado "C" en la UPN Unidad 142. Realiza investigaciones en la línea de perfiles estudiantiles y procesos de formación docente. Ponente en eventos internacionales, nacionales y regionales con temas relacionados a la educación.