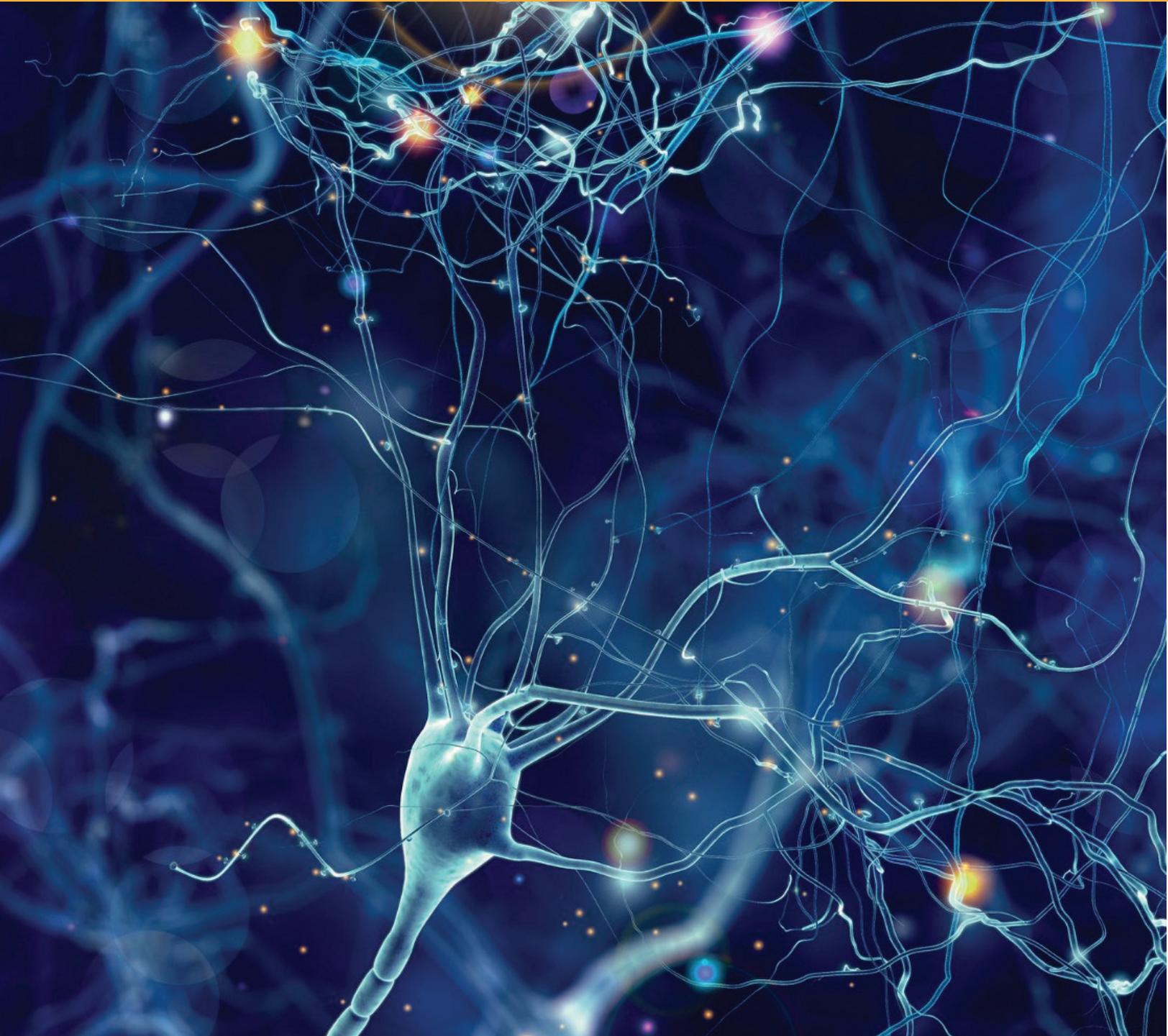


Entorno Académico

Revista de divulgación científica
del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme





Editorial

Actualmente, uno de los principales retos de la educación consiste en lograr la sinergia de las diversas disciplinas y transdisciplinas existentes, en la solución de diversas problemáticas que se presentan en los diversos sectores económicos, industriales y de la sociedad. En función de la consecución de este objetivo se presenta en la edición de enero – mayo de la revista entorno académico una serie de artículos que nos muestran esta interdisciplinariedad y el trabajo colaborativo. Abriendo esta edición nos encontramos con un artículo que examina la calidad del agua en la región, continuando con el uso de las tecnologías de la información en el proceso de selección de talento, continuando en este tenor se desarrolla la investigación del uso del software Geogebra como autoregulator del aprendizaje en conocimientos previos para el estudio de la materia de cálculo diferencial.

Por parte de dos investigadores del Instituto Tecnológico de Sonora, se presenta un análisis acerca de los elementos de implementación de economías circulares en el estado de Sonora. Inmediatamente después se presenta una investigación desarrollada por estudiantes de la maestría en mecatrónica en relación al uso de inteligencia artificial y redes neuronales, aplicadas al seguimiento de un entorno perimetral, para la alimentación de camarón en granjas de cultivo del sur del estado. En un interesante trabajo donde se combinan las áreas de desarrollo urbano y sistemas computacionales, se bosquejan los primeros pasos del proceso que deberá seguir la ciudad en su evolución hacia una ciudad inteligente. Como preámbulo a la conclusión nos encontramos con un análisis del parcelamiento agrícola y trazo urbano de los pueblos yaqui y mayo por métodos geodésicos. Y para concluir se cuenta con un tema que mezcla dos corrientes educativas, las cuales son consideradas como punta de lanza de los nuevos modelos, como lo es la evaluación de competencias y las habilidades gerenciales en Pymes de Ciudad Obregón. Por lo que espero que el contenido de la edición resulte del pleno interés de la comunidad científica de la región principalmente pero no limitada al mismo.

Respetuosamente,
“Casa Abierta al Tiempo y las Ideas”

Lic. Gabriel Baldenebro Patrón
Director General del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme

Directorio

DIRECTORIO GENERAL

- Mtro. Aurelio Nuño Mayer**
Secretario de Educación Pública
- Mtro. Efrén Rojas Dávila**
Subsecretario de Educación Superior
- Mtro. Juan Manuel Cantú Vázquez**
Director General de Educación Superior Tecnológica
- M.C. Manuel Chávez Sáenz**
Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados
- Mtro. Ernesto De Lucas Hopkins**
Secretario de Educación y Cultura del Gobierno del Estado de Sonora
- Mtro. Onésimo Mariscales Delgadillo**
Subsecretario de Educación Media Superior y Superior de la SEC del Estado de Sonora
- Mtro. Sergio Duarte Escoboza**
Subsecretario de Planeación y Administración de la SEC del Estado de Sonora
- Mtro. Jose Victor Guerrero Gonzalez**
Encargado de la Subsecretaría de Educación Básica de la SEC en el Estado de Sonora

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

- Lic. Gabriel Baldenebro Patrón**
Dirección
- Mtra. Marcela Haydée Osuna Perez**
Dirección Académica
- Lic. Obed Valenzuela Fraijo**
Dirección de Vinculación
- Mtra. Olga Margarita Araux Sánchez**
Subdirección Académica
- Dr. Martín Villa Ibarra**
Subdirección de Posgrado e Investigación
- Lic. Lucía Avilés Castillo**
Subdirección de Vinculación
- Ing. Mario Alejandro Gutiérrez De Vore**
Subdirección de Servicios Administrativos
- Ing. Francisco Leopoldo Lugo Quirarte**
Subdirección de Planeación
- Mtra. Lilia Beatriz Navarro Fragoso**
Departamento de Desarrollo Académico
- Mtro. Jesús D. Huicoy Duarte**
Dpto. de Tecnologías de la Información y Comunicación
- Mtra. Nora Iveth Torres Salazar**
Departamento de Planeación y Programación
- C.P.C. Hiriam Omar Romero Márquez**
Departamento de Personal
- Mtra. Guadalupe Vásquez Chávez**
Departamento de Calidad
- Lic. Doris Janeth Rivera Rivera**
Departamento de Operación y Control Escolar
- Mtra. Fabiola Morales Ortega**
Departamento de Recursos Financieros
- C. Zayda Vivian Villegas Elías**
Departamento de Vinculación
- Ing. Lino Noriega Panduro**
Departamento de Recursos Materiales y Servicios
- Arq. Lorenzo García Gámez**
División de Arquitectura
- Ing. Bernardo Morales Cervantes**
División de Ingeniería Ambiental
- Mtro. José Lionso Salazar Huerta**
División de Ingeniería Electrónica
- Mtro. Hiram Álvarez Velázquez**
División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Mtra. Norma Aideé Ríos Lugo**
División de Ingeniería Industrial
- Mtra. Teresita Burgos Ochoa**
División de Ingeniería Mecánica
- Mtro. Alberto Limón Valencia**
División de Licenciatura en Administración
- Mtra. Rocío Grajeda Caballero**
División de Ingeniería en Gestión Empresarial
- Dra. Socorro del Rivero Jiménez**
División de Ciencias Básicas
- Mtro. Juan Eduardo Aguilar Ángeles**
Coordinación de Maestría en Arquitectura Sostenible y Gestión Urbana
- Dr. Alberto Ramírez Treviño**
Coordinación de Maestría en Ing. Mecatrónica
- Mtra. Carla Olimpya Zapuche Moreno**
Coordinación de Maestría en Administración
- Dr. Bruno Pablos Lugo**
Coordinación de Maestría en Educación
- Lic. Adelisa Machado Acosta**
Coordinación de Idiomas
- Lic. Paulina Tautimer Delgado**
Coordinación de Servicios Estudiantiles
- Mtra. Mariela Rubí Navarro Valdez**
Coordinación de Educación a Distancia
- Mtro. Ricardo Alonso Hernández**
Coordinación de Cultura

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Martín Villa**
Dr. Mirko Marzadro
Dr. Juan Enrique Palomares
Mtra. Margarita Araux
IBQ. Claudia Irene Rivera

CONSEJO DE PUBLICACIONES

- Lic. Gabriel Baldenebro Patrón**
Consejero Presidente
- Mtra. Marcela Haydee Osuna Perez**
Consejero Secretario
- Mtro. Ricardo Alonso Hernández**
Consejero de Docencia

COMITÉ DE PRODUCCIÓN

- Dr. Juan Enrique Palomares**
Editor responsable
- Ing. Claudia Irene Rivera Castro**
Editor Ejecutivo
- Lic. Jonathan Alberto Monteverde López**
Responsable de Diseño y Producción Digital

COLABORADORES

- Bruno Pablos Lugo
Alejandro Jacobo Castelo
Isidro Amedh Hernández Jiménez
Armando Aquiles Mexia Valenzuela
Christian Gibrán Durán Solano
Jesús Antonio Gaxiola Meléndrez
Guillermo Mario Arturo Salazar Lugo
Elsa Lorena Padilla Monge
Leoncio Ruiz Moreno
Socorro Del Rivero Jiménez
Horacio Valenzuela Martínez
Lamberto Abel Valenzuela Corral
Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez
Alan Hernández Pablos
Joaquín Lugo Zavala
José Guadalupe Castro Lugo
Leobardo Rodríguez Contreras
Juan Enrique Palomares Ruiz
José Luis Beltrán Márquez
Rigoberto Anguiano Aldama
Clemente Grijalva Angulo
Juan Eduardo Aguilar Ángeles
Neptalí Marcial Chávez
Bruno García Llanes
José Manuel Romero Balderrama
Luis Alberto Cuevas Othón
María de Lourdes Sánchez Cruz
Carla Olympia Zapuche Moreno
Francisca Guadalupe Reyes Ruiz

ENTORNO ACADÉMICO, año 14, No. 19, Diciembre 2017, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amanecer 2, Cajeme, Sonora, C.P. 85024, Tel. 01 64 44 10 86 50, www.itesca.edu.mx, jepalomares@itesca.edu.mx. Editor responsable: Dr. Juan Enrique Palomares ISSN: 2448-7635, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Lic. Martha Vázquez Amaya, Comunicación Social del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amanecer 2, Cajeme, Sonora, C.P. 85024, fecha de última modificación, mayo de 2016. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme.

Índice:

Análisis de la calidad del agua en Cd. Obregón	5
Diseño de un sistema de soporte a la toma de decisiones para la evaluación de las “soft skills” en el proceso de selección de talento	9
GEOGEBRA: Auto regulador del aprendizaje en conocimientos previos en cálculo diferencial	15
Teoría fundamentada sobre los elementos de implementación de economía circular en el sur del estado de sonora.	23
Redes neuronales aplicadas a seguimiento autónomo de perímetro.	29
Cd. Obregón Sonora, primeros pasos hacia una ciudad inteligente.	35
El parcelamiento agrícola y trazo urbano de los pueblos yaquis y mayos por métodos geodésicos. 1887-1888	46
Evaluación de competencias gerenciales en pequeñas y medianas empresas de ciudad obregón	51

Análisis de la calidad del agua en Cd. Obregón

B. Pablos-Lugo^{1,*}, A. Jacobo-Castelo¹, I. Hernández¹, A. Mexia¹

¹Subdirección de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, México

*e-mail: bpablos@itesca.edu.mx

Resumen: *El objetivo de esta investigación fue conocer la calidad del agua potable que se suministra en Ciudad Obregón, Sonora, por parte de las plantas potabilizadoras del Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS) de Cajeme, de acuerdo a un análisis de pH y a una encuesta de opinión de los usuarios. Se entrevistó a personal operativo y administrativo de las plantas potabilizadoras y se realizó el estudio del pH del agua de grifo en 4 colonias de la ciudad; se realizaron y aplicaron 100 encuestas de opinión acerca de la calidad del agua, por parte de los habitantes de las colonias en estudio, para conocer lo que pensaba la sociedad acerca de la calidad del agua, su costo y el servicio que brinda OOMAPAS. También se obtuvo el pH en 4 colonias diferentes a las anteriormente estudiadas. Los resultados indicaron que el pH está dentro de los límites establecidos por la EPA, considerando que los encuestados no tienen el conocimiento acerca de la calidad química del agua. Así mismo, el 73 % de las personas encuestadas no consume agua de la llave, aunque el 55 % de ellos dice que el agua del grifo le parece de buena calidad; al 63 % no le parece justo el costo al que se le cobra el hacer llegar a sus casas el agua, y el 91 % califica de muy mala calidad el servicio que brinda OOMAPAS, por el saneamiento y alcantarillado en Ciudad Obregón.*

Palabras clave: Calidad del agua, Agua potable.

Abstract: *The objective of this investigation was to know the quality of the drinking water that is supplied in Ciudad Obregón, Sonora, by the water treatment plants of the Municipal Drinking Water, Sewerage and Sanitation Operator Organization (OOMAPAS) of Cajeme, according to an analysis of pH already a user opinion survey. The operational and administrative personnel of the water treatment plants were interviewed and the pH of tap water was studied in 4 neighborhoods of the city; 100 opinion surveys about water quality were carried out and applied by the inhabitants of the colonies under study, to know what society thought about water quality, its cost and the service provided by OOMAPAS. The pH was also obtained in 4 colonies different from those previously studied. The results indicated that the pH is within the limits established by the EPA, considering that the respondents do not have the knowledge about the chemical quality of the water. Likewise, 73 % of the people surveyed do not consume tap water, although 55 % of them say that tap water seems to be of good quality; 63 % do not think it fair to charge the water to get to their homes, and 91 % describe the service provided by OOMAPAS, for sanitation and sewage in Ciudad Obregón, as very poor quality*

Keywords: Water quality, Drinking water.

1. Antecedentes

Hace algunos años, en Ciudad Obregón se utilizaba en gran medida el uso de pozos artesanales para así, realizar el abastecimiento de este recurso hídrico vital para la vida. Cabe mencionar que estos pozos al ser el único medio para abastecer a la Ciudad en aquella época, se ubicaron de manera estratégica unos de otros, para lograr cubrir el territorio de Ciudad Obregón.

Conforme transcurría el tiempo, la población también presentaba un incremento de manera exponencial, lo cual ocasionó que estos pozos que en su momento fueron los

principales abastecedores del agua en toda la extensión territorial de la Ciudad, dejaron de trabajar por distintas causas; la primera de ellas fue el gran crecimiento demográfico, lo que ocasionó problemas de abastecimiento en los acuíferos; es decir, se agotó el recurso hídrico, lo cual produjo en los lugares más cercanos a la costa la intrusión salina, por lo que se buscaron nuevas fuentes de abastecimiento a través de nuevos pozos en las áreas aledañas a los anteriores, pero no se obtuvieron resultados satisfactorios.

En el año de 1970 se realizó la construcción de la primera planta potabilizadora en Ciudad Obregón, la cual utilizaba el agua proveniente de la presa Álvaro Obregón,

que se construyó entre 1947-1952, durante el gobierno del presidente de la república Miguel Alemán Valdés, en un ensanchamiento antes de que el río llegara a la zona costera, lugar conocido por los nativos como el Oviáchic. Después de ello y debido al incremento de la población de manera desmedida, se fueron construyendo otras plantas con la misma funcionalidad que la primera, para lograr abastecer a toda la población.

2. Planteamiento del problema

Según este estudio, con las reparaciones, mantenimiento y modernización de las plantas potabilizadoras 1 y 2 de la ciudad, éstas se darán a basto en la gestión del agua dentro de los parámetros que se establecen para la calidad del agua potable en el consumo Humano. En esta investigación se indagó mediante el análisis de muestras de agua en diferentes sectores de Ciudad Obregón, si las plantas potabilizadoras que tiene la Ciudad, gestionan el agua con los parámetros de calidad permitidos o bien si el agua no cumple con los parámetros de calidad para consumo humano, indicando como resultado si el agua en ciudad obregón es buena o es mala para tomarla en los sectores que se analizaron.

3. Justificación

Ciudad Obregón tiene una tasa de crecimiento poblacional de 1.72% anualmente. En el año del 2017 en ciudad obregón se registró una población de aproximadamente 433,050 habitantes, unos 80,000 habitantes más que en el año del 2005, con lo cual se prevé que para el año del 2050 la ciudad tendrá aproximadamente 700 mil habitantes; dicho aumento fue catalogado como moderado en comparación con otras ciudades que han crecido en exceso, como es el caso de Hermosillo.

Este aumento de población en la ciudad ha traído consigo nuevas colonias a los alrededores de la ciudad; para dichas colonias se ha necesitado crear nuevas redes hidráulicas para abastecer las necesidades de agua de sus habitantes; aunado a ello, las plantas potabilizadoras de ciudad Obregón tenían aproximadamente 25 años sin recibir mantenimiento, por lo cual dichas instalaciones estaban presentando una infinidad de fallas, lo que ocasionaba que las plantas en algún tiempo pararan de trabajar, ocasionando problemas tanto en la gestión y abastecimiento de agua así como en la calidad de la misma, por ello estas nuevas obras, colonias y la deficiencia de la instalaciones hidráulicas han

generado la modernización y rehabilitación de las plantas potabilizadoras 1 y 2 del organismo operador municipal de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Cajeme, esto para que todos los habitantes de la ciudad tengan acceso a agua potable, dentro de los rangos permitidos por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) [1].

Cabe resaltar que la modernización y rehabilitación de las plantas potabilizadoras 1 y 2 en Ciudad Obregón, comenzaron el 12 de diciembre del 2016 y terminando aproximadamente en marzo del 2017.

4. Objetivo

El objetivo de esta investigación es conocer la calidad del agua potable que se suministra en Ciudad Obregón, por parte de las plantas potabilizadoras del Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS) de Cajeme, de acuerdo a un análisis de pH y a una encuesta de opinión de los usuarios.

5. Delimitación

Esta investigación se realizó con personal operativo y administrativo de la planta potabilizadora 1 y 2 de OOMAPAS de Cajeme, el semestre agosto-diciembre de 2017.

6. Marco teorico

La conductividad es una variable que se controla en muchos sectores, desde la industria química a la agricultura [2]. Esta variable depende de la cantidad de sales disueltas presentes en un líquido y es inversamente proporcional a la resistividad del mismo. Con los instrumentos convencionales, la medida de la conductividad se obtiene aplicando un voltaje entre dos electrodos y midiendo la resistencia de la solución. Las soluciones con conductividad alta producen corrientes más altas. Para contener la intensidad de la corriente en una solución altamente conductiva, es necesario disminuir la superficie de la sonda o incrementar la distancia entre los polos [3].

6.1. Sólidos disueltos

Los TDS (Total dissolved solids) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua [4]. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H₂O) molécula de agua pura y sólidos

en suspensión. (Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, tales como pulpa de madera.) En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativa) iones en el agua. Partes por millón (ppm) es la relación peso-a-peso de cualquier ion al agua.

6.2. pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución (Inclán, 2008). El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones.

Este término fue acuñado por el bioquímico danés S. P. L. Sørensen (1868-1939), quien lo definió en 1909 como el opuesto del logaritmo en base 10 o el logaritmo negativo, de la actividad de los iones hidrógeno.

6.3. Planta Potabilizadora

Se denomina estación de tratamiento de agua potable (frecuentemente abreviado como ETAP), o estación potabilizadora de agua (EPA), al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano [5].

6.4. Calidad y Normas de Agua para consumo Humano

Calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito (OMS, 1948).

Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

7. Método

Se realizó el estudio del pH del agua de grifo en 4 colonias de Ciudad Obregón, Sonora y se investigó, tomando como base el tratado de aguas provenientes de la Presa el Oviachic en las Plantas Potabilizadoras 1 y 2; en éstas se le da un pH con un valor de 6.5 8-5, lo que está dentro de las normas de la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

Se realizaron y aplicaron 100 encuestas de opinión acerca de la calidad del agua, por parte de los habitantes de las colonias en estudio: 33 para el área norte, 33 para el sur y 34 en el área centro, para conocer lo que pensaba la sociedad acerca de la calidad del agua, su costo y el servicio que brinda OOMAPAS. También se obtuvo el pH en 4 colonias diferentes a las anteriormente estudiadas, como lo muestra la Figura 1.

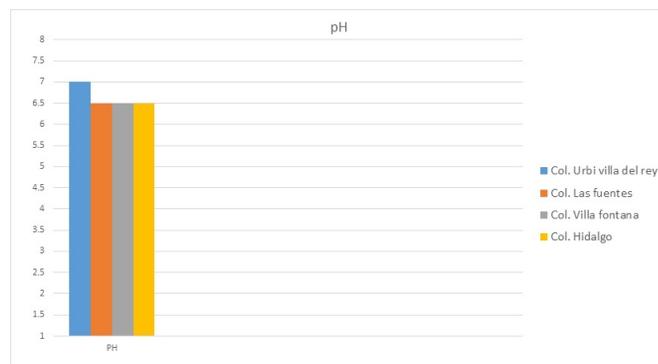


Figura 1: Tabla del pH del agua obtenido en diferentes sectores de la ciudad.

Se organizaron las encuestas aplicadas para su captura y obtención de resultados, para proseguir con el análisis de los mismos y determinar la opinión de los encuestados.

Para visualizar mejor el proceso aplicado, se muestra la figura 2.

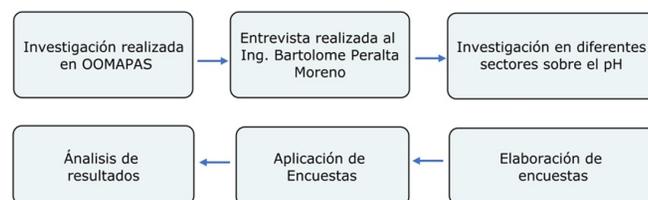


Figura 2: Resumen del método

8. Resultados

Los resultados se representan en las siguientes tablas, de acuerdo a las encuestas y los estudios pertinentes en las plantas potabilizadoras 1 y 2, y de igual manera en las diferentes colonias de la ciudad acerca del pH, obteniendo el resultado que se muestra en la figura 1, la cual denota que está el pH dentro de los límites establecidos por la EPA.

Los resultados de las encuestas arrojan datos muy interesantes: los encuestados no tienen el conocimiento acerca de la calidad del agua de su ciudad.

En la fig. 3a se observan los datos recabados de los tres diferentes sectores de la ciudad, teniendo así que un 73 % de las personas encuestadas no consume agua de la llave. Por otro lado, en la fig. 3b se observa con un 55 % que, aunque la mayoría no beba agua del grifo le parece de buena calidad, a su vez con un 63 % no le parece justo el costo al que se le cobra el hacer llegar a sus casas el agua, como se muestra en la figura 4a, y por último con un 91 % se les hace de muy mala calidad el servicio que brinda OOMAPAS, por el saneamiento y alcantarillado en Ciudad Obregón, como se muestra en la figura 4b.



Figura 3: a) ¿Consume agua de grifo?, b) ¿ Le parece de buena calidad el agua de grifo?

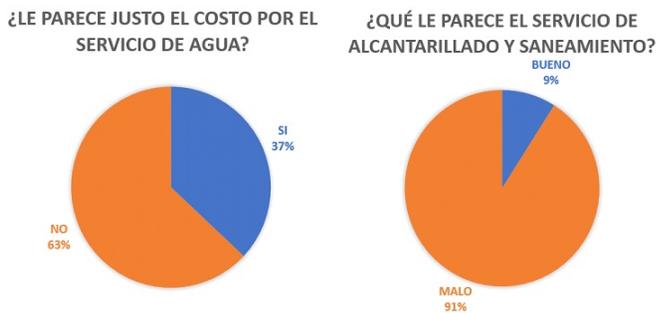


Figura 4: a) ¿Le parece justo el costo por el servicio de agua?, b) ¿ Qué le parece el servicio de alcantarillado y saneamiento?

9. Discusión de resultados

Mediante los estudios anteriores se determina que el agua es de excelente Calidad, tratada con altos estándares de inocuidad, muy buen sabor y perfectamente satisfactoria para todas las tareas del hogar y por supuesto para el consumo humano. Se puede afirmar que la moda, el consumismo y la publicidad han hecho impacto en el auge del alto consumo de botellas purificadas de agua.

10. Conclusiones y recomendaciones

Con base a los resultados, se afirma que el agua que se abastece por OOMAPAS en la zona que contempla a Ciudad Obregón Sonora, se encuentra dentro de los parámetros oficiales, de las dos instituciones más importantes encargadas de las normas reguladoras del consumo humano, una a nivel mundial y la otra a nivel República OMS y CONAGUA, respectivamente.

Se recomienda que el ciudadano efectúe sus pagos correspondientes al servicio brindado, ya que sin éste no es posible solucionar los problemas sobre el alcantarillado y tratado del agua, además de la importancia de hacer hincapié con respecto a la contaminación que afecta directamente al sistema de alcantarillado y a la contaminación directa de las aguas.

Referencias

- [1] DOF Diario Oficial de la Federación. Nom-127-ssa1-1994 salud ambiental, agua para uso y consumo humano. límites permisibles de calidad y tratamiento que debe someterse el agua para su potabilización. *Environmental health, water for human use and consumption. quality permissible limits and potabilization treatment*] DOF, pages 108–112, 1994.
- [2] Maura Allaire, Haowei Wu, and Upmanu Lall. National trends in drinking water quality violations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(9):2078–2083, 2018.
- [3] Comunidad Autónoma de Extremadura. Agentes forestales de extremadura. *Legislacion Básica Ebook. MAD-Eduforma*, 2003.
- [4] Anthony J Paulson and Stephen E Cox. Release of elements to natural water from sediments of lake roosevelt, washington, usa. *Environmental toxicology and chemistry*, 26(12):2550–2559, 2007.
- [5] Carlos Buxadé Carbó. *Genética, patología, higiene y residuos animales*, volume 4. Mundi-Prensa Libros, 1995.

Diseño de un sistema de soporte a la toma de decisiones para la evaluación de las “soft skills” en el proceso de selección de talento

C. G. Duran-Solano^{1,*}, J. A. Gaxiola-Meléndrez¹, G. Salazar-Lugo¹, E. L Padilla Monge¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Dpto. de Computación y Diseño, 85137, México

*e-mail: gibran.isc@gmail.com

Resumen: *Dada la creciente conciencia que las organizaciones han tomado en cuanto a la necesidad de realizar evaluaciones más integrales del personal que contratan, las ha llevado a considerar que las “hard skills” por si solas, no son suficientes para determinar el éxito profesional de una persona. Las “soft skills” se refieren a los aspectos de personalidad y actitudes que una persona posee, y que en última instancia la llevan a conducirse y actuar de una determinada manera en sus labores profesionales. En este artículo se propone un sistema de evaluación de “soft skills” a través de la personalidad para desarrolladores de software utilizando los modelos “Big-Five Factors” y “Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)”. Una meta del diseño de este sistema es establecer las bases para el desarrollo de sistemas de evaluación de “soft skills”, que proporcione de una medición objetiva de las mismas, que ofrezca un resultado claro y de fácil interpretación, que pueda soportar la toma de decisiones de selección de personal.*

Palabras clave: Habilidades blandas, Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones, DSS, Desarrolladores de Software, Ingeniería de Software.

Abstract: *Given the growing awareness that organizations have taken on the need to perform more comprehensive assessments of the staff they hire, it has led them to consider that hard skills alone are not enough to determine the professional success of a person. “Soft skills” refer to the aspects of personality and attitudes that a person possesses, and that ultimately lead them to behave and act in a certain way in their professional work. In this article we propose the design of a Decision Support System for evaluating “soft skills” through personality for software developers using the “Big-Five Factors” and “Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)” models. One goal of the design of this system is to establish the bases for the development of “soft skills” evaluation systems, which provide an objective measurement of them, that offer clear and easy interpretation results that can support the taking of personnel selection decisions.*

Keywords: Soft skills, Decision Support System, DSS, Software Developers, Software Engineering.

1. Introducción

La industria del software (IS) es una de las áreas con mayor crecimiento en los últimos años según un estudio realizado por [1] y se estimaba que en el año 2013 tendría un valor de \$ 457 millones de dólares. Además, al ser el desarrollo de software una labor mayormente intelectual, es de suma relevancia identificar los conocimientos y habilidades que son necesarios para desarrollar las actividades que este oficio presenta [2]. La creación de cualquier componente de software: sistema, aplicación o sitio web, involucra la unión de diversos tipos de conocimiento, algunos de ellos completamente especializados y con alto grado técnico, y

otros relacionados con elementos humanos y sociales [3].

De acuerdo con [4], las organizaciones han comenzado a darse cuenta de que las habilidades técnicas por si solas son insuficientes para lograr el éxito de las personas dentro del ambiente laboral, específicamente en áreas relacionadas con tecnologías de información (TI). Esto podría deberse a los cambios en las dinámicas de trabajo que recientemente se han visto como la utilización de metodologías ágiles, o la forma de trabajar en ambientes distribuidos como los esquemas de trabajo desde casa o subcontratación [2].

Como consecuencia de lo anterior, los profesionales de TI, independientemente del rol de trabajo que tengan (programador, diseñador, analista, técnico), y de la

forma de trabajar (en sitio, en casa, subcontratado), deben adquirir un conjunto de habilidades más allá de las habilidades técnicas tradicionales. Este conjunto de habilidades interpersonales son llamadas normalmente “soft skills” [4].

Para [5], las “soft skills”, pueden suponer el éxito profesional de una persona, ya que las acciones y actitudes, aportan un valor añadido que potencializa el desempeño profesional, más allá del nivel de conocimiento técnico en un área en particular o los años de experiencia que una persona pueda tener.

Es importante señalar que no se debe considerar a una por encima de la otra, si no que el enfoque correcto debería considerar a las “hard skills” y las “soft skills”, como complementarias [6], por lo tanto los miembros ideales de un equipo de tecnologías de información independientemente del rol deberían poseer ambas [4]. De lo anterior se identifica la siguiente problemática:

Cómo se puede asegurar darle una consideración más efectiva a las “soft skills” durante la contratación de desarrolladores de software? De lo anterior se desprende que la variable dependiente son las “soft skills” que un desarrollador de software posee y la variable independiente es la dificultad que existe en la forma de medir las mismas. Para dar solución al problema planteado el presenta trabajo busca lograr el siguiente objetivo:

Diseñar un sistema de evaluación de “soft skills” que de soporte al proceso de toma de decisiones de selección de personal, y que además permita la evaluación objetiva de las “soft skills” de los candidatos a desarrollador de software, a través de la aplicación de la pruebas de personalidad.

Si bien, en los últimos años, la necesidad de adquirir personal mejor capacitado ha crecido [2], y al mismo tiempo lo ha hecho la conciencia de considerar las “soft skills” para evaluar de una mejor forma a las personas previo a ocupar un puesto de trabajo [3, 4], se observa una carencia en cuanto a la falta de herramientas sencillas y eficaces de evaluación de “soft skills”, y que al mismo tiempo ofrezcan un resultado claro y de fácil interpretación, que pueda ser considerado en el proceso de selección de talento de las empresas.

2. Revisión de literatura

Las habilidades técnicas o “hard skills” se refieren al conocimiento y requerimientos técnicos necesarios para desempeñar una tarea en el lugar de trabajo [6].

Para el caso de los desarrolladores de software estas incluyen: lenguajes de programación, buenas prácticas de codificación, diseño y explotación de bases de datos, y lógica matemática.

Por otro lado, las habilidades blandas, competencias transversales o “soft skills”, son “aquellas relacionadas con los rasgos de la personalidad, actitudes y valores adquiridos por la persona”, por ejemplo la capacidad de negociación, comunicación, liderazgo y trabajo en equipo [5]. Por su parte [3] se refiere a las “soft skills” como aquellas habilidades relacionadas con la personalidad de un individuo, así como a las actitudes que guían el comportamiento de la persona, y que al final complementan el conocimiento técnico que estas poseen. Dado lo anterior, y apoyado por estudios realizados por [2], [5], [1] y [7] se observa un aumento en el estudio del impacto de las “soft skills” en cualquier área profesional y específicamente en el desarrollo de software. Además, se encuentra el hecho de que las “soft skills” han comenzado a considerarse como indispensables en los requerimientos para ocupar un puesto de trabajo en IS, y han dejado de verse solamente como habilidades complementarias. Estudios previos realizados por [1] y [7] proponen la utilización de la personalidad como indicador para identificar si un individuo posee cierta “soft skill” o no, dependiendo de las actividades que un rol de trabajo desempeña.

En su estudio [1] mencionan la importancia de conocer la personalidad de los ingenieros de software, dado que el software como tal, es el resultado de actividades humanas desempeñadas por individuos con personalidades diferentes, además de que las personas suponen un costo significativo en cualquier proyecto de desarrollo de software, al ser estas últimas quienes desempeñan las tareas de construcción del mismo. Por lo tanto [1] proponen la utilización del modelo “Big-Five Factors” a través de un mapeo o diagrama que muestra la relación entre las actividades que un determinado rol de trabajo que un ingeniero de software debe desempeñar, las “soft skills” asociadas con la actividad y la dimensión de personalidad acorde al tipo de “soft skill” (Ver Figura 1). Los resultados de [1] sugieren que los tres principales rasgos de personalidad que influyen directamente a un desarrollador de software son la extroversión (E), apertura a la experiencia (O) y amabilidad (A). Además, el estudio menciona que desde un punto de vista psicológico no cualquier persona puede realizar todas las actividades de un trabajo, se sugiere que las diferencias en la personalidad pueden jugar un rol crítico y que además, si se mapean los requerimientos de trabajo y habilidades

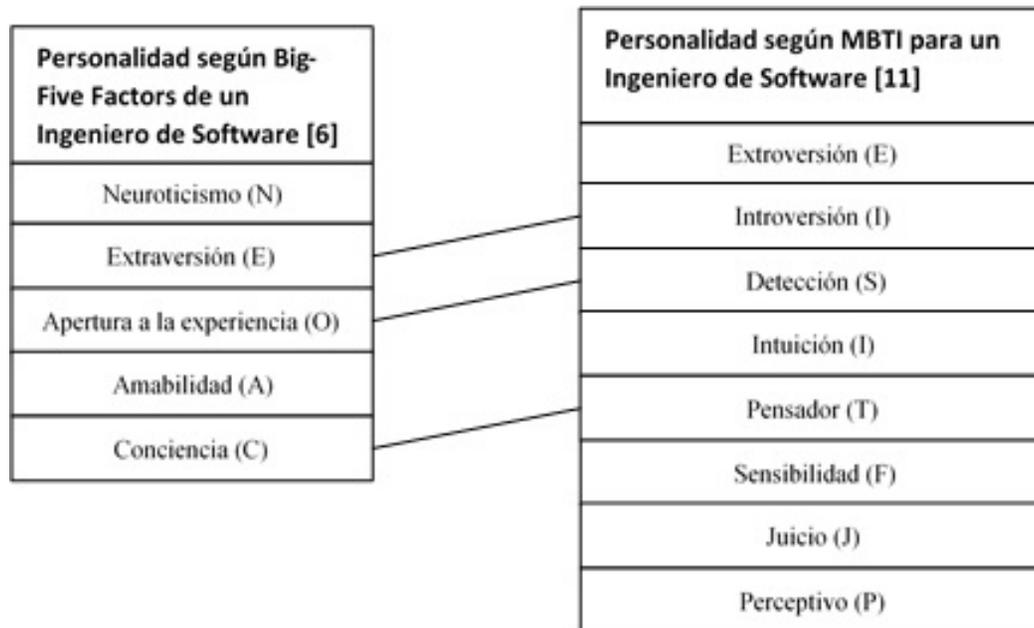


Figura 1: Relación de rasgos de personalidad para un ingeniero de software según Big-Five Factors y MBTI (Rehman, Mahmood, Salleh & Amin [1], Capretz & Ahmed [8])

con los rasgos de personalidad, se podría establecer una relación de correspondencia entre la requerimientos del puesto (actividades) y personalidad.

En otro estudio conducido por [8], se propone la utilización de otro modelo de medición de la personalidad conocido como “Myer-Briggs Type Indicator (MBTI)”. De forma similar a [1], [8] proponen la utilización del modelo “MBTI” a través de un mapeo o diagrama de relación entre los requerimientos que un rol de ingeniero de software debe realizar, las “soft skills” relacionadas con la función y la dimensión de personalidad acorde al tipo de “soft skill”. Los resultados de [8] sugieren que los tres principales rasgos de personalidad que debería poseer un desarrollador de software son el ser introvertido (I), sensible a los detalles (S) y pensador (T). Cabe aclarar, que los resultados obtenidos entre [1] y [8] aunque podrían parecer opuestos, no lo son. Para el caso de la (E) observada, [1] solamente indica la importancia de considerar dicho factor como importante en un desarrollador de software, aunque no se menciona un nivel adecuado. Por su parte [8] habla de que existe un nivel alto de (I) que los desarrolladores de software deberían tener; y dado que la forma de medir de MBTI es a través de ocho pares de rasgos de personalidad (Introversión-Extroversión, Detección-Intuición), y la de Big Five es por niveles dentro del mismo rasgos (Introversión: alta o baja) se considera que sus resultados son equivalentes. La única diferencia real entre ambos trabajo es el modelo

de medición utilizada (Ver figura 1).

Por otro lado, es un estudio realizado [7] consistente en la revisión de literatura de más de 25 artículos sobre psicología, evaluación y aplicación de las “softskills” en la industria del software, sugiere que la asignación de personas con un determinado tipo de personalidad puede incrementar la probabilidad de éxito de un proyecto, si estas son adecuadamente asignados en una determinada fase del mismo. Por su parte [9], mostraron que “la personalidad está fuertemente vinculada con el comportamiento laboral de las personas, incluyendo el desempeño en el puesto, el progreso en la carrera y los intereses vocacionales”. El sustento de lo anterior parte de que los empleados exitosos poseen ciertos rasgos de la personalidad particulares, por lo que el nivel que estos posean en algún rasgo de personalidad puede utilizarse como base para seleccionar nuevos empleados [10].

3. Metodología

La metodología a seguir para el diseño del sistema está descrita en términos de las metas científicas que se proponen en cada fase. El tipo de investigación realizada fue cualitativa y se basó en el análisis de los modelos Big-Five Factors y MBTI estudiados en los trabajo de [1] y [8], que sirve como referentes en la utilización de la personalidad como indicador de las “softskills” que los desarrolladores de software poseen. Cabe mencionar que el

presente trabajo cubre únicamente los primeros tres pasos de la metodología que a continuación se presenta, y se pretende posteriormente la implementación y validación del diseño propuesto:

- Revisión de literatura: se analiza a detalle diferentes teorías y modelos relacionados, así como modelos de evaluación de personalidad y su relación con las “soft-skills” y el trabajo realizado por desarrolladores de software.
- Selección de fundamento teórico del modelo: se identifican aquellas teorías, ideas o fundamentos que contribuyen al desarrollo del sistema de evaluación propuesto.
- Diseño del sistema: en esta etapa se diseña el sistema descrito en esta propuesta con base a los resultados de estudios y trabajos previos.
- Implementación del modelo: una vez definido el diseño del sistema de la etapa anterior, se procede a la implementación de un prototipo sistematizado utilizando las características descritas en la sección V.
- Validación del sistema propuesto: se diseñan diversos casos de estudio basados en los requerimientos del usuario final que permitan validar el sistema propuesto utilizando el prototipo desarrollado en la etapa anterior.

3.1. Modelos de evaluación de la personalidad

Para la medición de la personalidad, existen pruebas denominadas comúnmente “inventarios”. En estas, a las personas se les presenta con una serie de reactivos en forma de enunciados, donde deben especificar qué tan acuerdo están o no con el mismo. Los inventarios suelen estar formados por escalas que reflejan algún rasgo de personalidad como su nivel de autoridad, confianza, responsabilidad, entre otros [10]. A continuación se describen brevemente los dos modelos de personalidad que sirvieron como base para el desarrollo de este trabajo.

3.2. Modelo BIG-FIVE FACTORS

Según define [10], el Modelo de Cinco Factores de personalidad, “Big-Five Factors”, o “Cinco Grandes” es una teoría que define la personalidad en función cinco factores principales:

- Neuroticismo (N): se refiere al nivel de estabilidad o inestabilidad que la persona demuestra frente a situaciones que se le presentan.
- Extroversión (E): se refiere a la tendencia a ser sociable, asertivo, activo, parlanchín, vigoroso y sencillo.
- Apertura a la experiencia (O): se refiere a la disposición a ser curioso, imaginativo y poco convencional.
- Amabilidad (A): se refiere a la disposición para cooperar, ser útil y la facilidad para llevarse bien con la persona.
- Conciencia (C): se refiere al nivel de determinación, organización o control que una persona posea.

3.3. Modelo MBTI

MBTI o Myers-Briggs Type Indicator es un instrumento para medir y entender la personalidad individual (11). Al igual que Big-Five Factors, suele ser ampliamente utilizada en el mundo laboral para la evaluación de personal. MBTI establece cuatro pares dimensionales para evaluar sus tipos. Se pueden utilizar este conjunto de pares de preferencias, seleccionando un rasgo de cada par para delinear el tipo de personalidad preferido. Los pares que MBTI propone son los siguientes:

- Extroversión (E) e Introversión (I): E se refiere a las personas parlanchinas, activas, conversadoras. I en contraste son calladas, reservadas y tienden a responder en una conversación más que iniciarla.
- Sensitivo (S) e Intuición (N): S son personas que absorben conocimiento de forma lineal y que les disgusta los problemas nuevos a menos que tengan experiencia previa. Por otro lado N toman la información de forma abstracta de forma sensorial y disfrutan la resolución de nuevos problemas.
- Pensador (T) e Sensibilidad (F): T y F se refiere al proceso de toma de decisiones. T se refiere a la toma de decisiones de forma lógica con base en principios. F son personas que toman decisiones con base en sentimientos y la subjetividad.
- Juicio (J) Perceptivo (P): J se refiere a las personas extremadamente organizadas y puntuales con sus fechas de entregas. Por otra parte P son personas aparentemente desorganizadas que prefieren retrasar el cumplimiento de tareas.

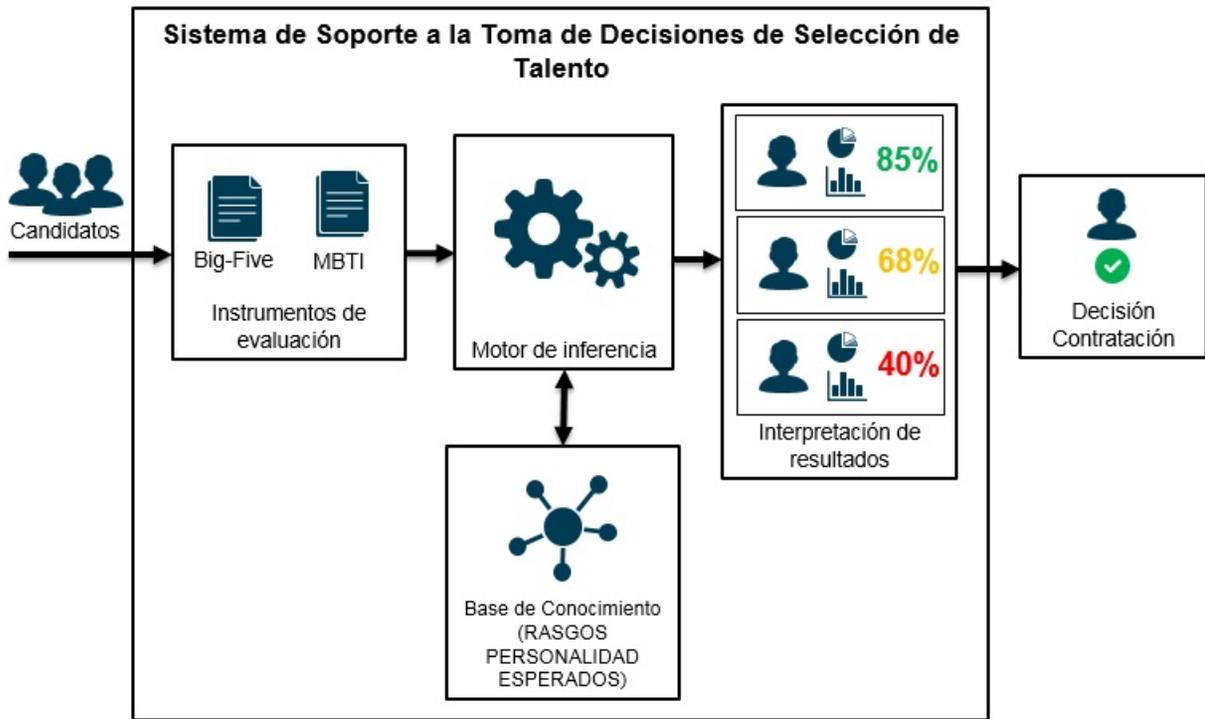


Figura 2: Diseño de sistema de soporte a la toma de decisiones de selección de Talento

3.4. Diseño del sistema propuesto

Para cumplir con el objetivo planteado, se propone el diseño de un sistema que de soporte a la toma de decisiones en el proceso de selección de talento (Ver Figura 2), que permita la evaluación de “soft skills” relacionados con los rasgos de personalidad propuestos por [1] y [8] (Ver Figura 1). Se propone que la composición del sistema integre los elementos que a continuación se describen:

- **Candidatos:** se refiere a las personas interesadas en ocupar un puesto como desarrollador de software y que han sido previamente seleccionadas para tomar la evaluación de “soft skills”.
- **Instrumentos de evaluación:** consiste en los formularios o herramientas de evaluación electrónica que el candidato deberá responder para conocer su nivel de afinidad con el puesto de trabajo, en este caso específicamente de desarrolladores de software. Se propone la utilización del modelo “Big-Five Factors” y MBTI, como lo sugieren [1] y [8] en sus trabajos.
- **Base de conocimiento:** se refiere a los niveles esperados que un desarrollador de software deberá tener según los estudios realizados anteriormente [1], [8] y que son la base para determinar si el candidato cumple con el perfil esperado.
- **Motor de inferencia:** elemento encargado del procesamiento del instrumento de evaluación aplicado a los candidatos. Posteriormente se apoya en la base de conocimiento considerando los niveles adecuados que un desarrollador de software debería de tener en cuanto a su personalidad, para determinar el resultado que el sistema proporcionará como sugerencia en la decisión de contratación.
- **Interpretación de resultados:** elemento encargado de la presentación de los resultados en cada una de las áreas evaluadas por el instrumento, y que además proporciona de forma clara y sencilla un veredicto que indica si el candidato es afín al puesto evaluado.
- **Decisión de contratación:** se refiere a la decisión de contratar a un candidato sobre otro, considerando los resultados presentados por el sistema.

Con el diseño y la posterior implementación del diseño propuesto, se pretenden obtener los siguientes resultados:

- Definir una arquitectura general para el desarrollo de sistemas de evaluación de “soft skills” que consideren las evaluaciones de personalidad como reglas de negocio para la selección de candidatos.
- Realizar una evaluación más objetiva y sustentada de las “soft skills” de los candidatos a desarrollador de

software.

- Facilitar la decisión en el proceso de selección de talento a través de un resultado de fácil interpretación proporcionado por los sistemas que implementen el diseño propuesto.

4. Conclusiones

En este artículo se presentó el diseño de un sistema de soporte a la toma de decisiones para la evaluación de “soft skills” en el proceso de selección de talento. Este trabajo propone la utilización de la personalidad como herramienta de evaluación a través de los modelos “Big-Five Factors” and “Myers-Briggs Type Indicator”, considerando los niveles de personalidad necesarias para un desarrollador de software: extroversión, apertura a la experiencia y amabilidad.

Como trabajo futuro, se planea la implementación del sistema de soporte a la toma de decisiones de selección de talento para probar su validez y aplicabilidad en un entorno real. Si bien este trabajo se enfoca específicamente en la evaluación de desarrolladores de software, este podría ser fácilmente adaptado para soportar otros tipos de roles involucrados en el ciclo de vida del software como analistas, “testers” o ingenieros de soporte.

Referencias

- [1] Mobashar Rehman, Ahmad Kamil Mahmood, Rohani Salleh, and Aamir Amin. Mapping job requirements of software engineers to big five personality traits. In *Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on*, volume 2, pages 1115–1122. IEEE, 2012.
- [2] Oscar M Rodríguez-Elias, Leonel U Ortega-Encinas, Sonia R Meneses-Mendoza, and José M Rodríguez-Pérez. La importancia de las soft skills para los ingenieros de software, memorias enc. 2014.
- [3] Faheem Ahmed, Luiz Fernando Capretz, and Piers Campbell. Evaluating the demand for soft skills in software development. *It Professional*, 14(1):44–49, 2012.
- [4] Damien Joseph, Soon Ang, Roger HL Chang, and Sandra A Slaughter. Practical intelligence in it: assessing soft skills of it professionals. *Communications of the ACM*, 53(2):149–154, 2010.
- [5] Magalí Riera. La capacidad de negociación: El crecimiento profesional derivado de las competencias transversales. *Harvard Deusto business review*, (267):54–60, 2017.
- [6] Robert Feldt, Richard Torkar, Lefteris Angelis, and Maria Samuelsson. Towards individualized software engineering: empirical studies should collect psychometrics. In *Proceedings of the 2008 international workshop on Cooperative and human aspects of software engineering*, pages 49–52. ACM, 2008.
- [7] Luiz Fernando Capretz and Faheem Ahmed. Why do we need personality diversity in software engineering? *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 35(2):1–11, 2010.
- [8] Luiz Fernando Capretz and Faheem Ahmed. Making sense of software development and personality types. *IT professional*, 12(1), 2010.
- [9] David M Tokar, Ann R Fischer, and Linda Mezyldo Subich. Personality and vocational behavior: A selective review of the literature, 1993–1997. *Journal of vocational behavior*, 53(2):115–153, 1998.
- [10] Paul M Muchinsky. The use of reference reports in personnel selection: A review and evaluation. *Journal of Occupational Psychology*, 52(4):287–297, 1979.

GEOGEBRA: Auto regulador del aprendizaje en conocimientos previos en cálculo diferencial

L. Ruiz^{1,*}, S. Del Rivero¹, H. Valenzuela¹

¹División de ciencias básicas, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, México

*e-mail: lrui@itesca.edu.mx

Resumen: *En esta investigación se persigue medir el rendimiento académico de estudiantes de ingeniería al resolver desigualdades lineales y cuadráticas y en contexto al emplear el software GeoGebra. El trabajo se centra en que el alumno aborde sus deficiencias en prerrequisitos matemáticos del conocimiento nuevo de desigualdades lineales y cuadráticas. La investigación se fundamenta en la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, es de tipo comparativo entre estudiantes de ingeniería en Geociencias (grupos control y experimental). Los resultados indican que el uso de software en prerrequisitos deficientes mejora las habilidades operativas al resolver desigualdades lineales y cuadráticas, porque los alumnos pueden mediante el uso de software autorregular su propio aprendizaje.*

Palabras clave: fase didáctica, Matemática en Contexto de las ciencias, desigualdades lineales y cuadráticas, ingeniería, software.

Abstract: *This research is aimed to measure the academic performance of engineering students' in solving linear and quadratic inequalities and in the context of the of GeoGebra software. The work is centered on the way students address their deficiencies in the mathematical prerequisites of new knowledge of linear and quadratic inequalities. The study, based on the theory of mathematics in the context of science, compares students in electronic engineering (control and experimental groups). The results indicate that the use of software in deficient prerequisites improves operational skills in solving events linear and quadratic inequalities, because students can use sel-regulating software for their own learning.*

Keywords: Phase didactic, Context Mathematical Sciences, linear and quadratic inequalities, engineering, computer science.

1. Introducción

En el ambiente educativo es conocido el hecho de la dificultad que muchos estudiantes presentan en adquirir un conocimiento matemático; y algunos que lo adquieren puede ser que obtengan un aprendizaje a corto plazo es decir no significativo, en la concepción de Ausubel [1]. Esto quiere decir que aprender significativamente es “atribuir significado a lo que se debe aprender a partir de lo que ya se conoce”. esta problemática que no es exclusiva de algún nivel educativo o de alguna institución en particular se debe a múltiples factores: algunos de ellos pueden ser de tipo social, económicos, culturales y otros pueden ser aquellos que se presentan directamente en el salón de clases como la presentación de los contenidos de un tema en particular, la formación propia del maestro, conocimientos previos del alumno para poder adquirir un nuevo conocimiento, que tan motivado se encuentra el alumno por aprender etc. Respecto a estas últimas Coll y

Sole [2] presentan tres condiciones necesarias y suficientes para lograr que el aprendizaje sea significativo:

1. Que el material por aprender sea potencialmente significativo: Desde el punto de vista de su estructura interna; es decir, que sea coherente, claro, y organizado, no arbitrario ni confuso, cuando no es así, la tarea de atribuir significado se dificulta enormemente y en muchas ocasiones se bloquea, optándose entonces por aprender de una forma mecánica y repetitiva. donde además la presentación que de él se efectúa importa.
2. Disponer de los conocimientos previos adecuados que le van a permitir abordar el nuevo aprendizaje: Cuando el alumno no dispone de los conocimientos previos adecuados, el aprendizaje puede llegar a ser frustrante para él, logrando que se pierda el interés por aprender.
3. Actitud favorable a la realización de aprendizajes

significativos: Para su logro es necesario que el alumno se encuentre suficientemente motivado en aprender, lo cual se puede lograr con una matemática contextualizada en problemas de interés real para el alumno.

En juntas de academia de la división de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA) lugar donde se realizó esta investigación, con regularidad algunos maestros han comentado que se observa en muchos de los alumnos fuertes deficiencias en conocimientos previos para adquirir un nuevo conocimiento y falta de motivación e interés por aprender matemáticas que se debe entre otras cosas a que esta se presenta generalmente descontextualizada de problemas prácticos de interés para el alumno al respecto Camarena [3, p.1] afirma “Los estudiantes no tienen claro porque estudiar matemáticas y esto demerita la motivación a esta ciencia”.

En relación a la problemática de desvinculación de la matemática con las áreas de estudio del alumno en el Instituto Politécnico Nacional de México nace en 1982 la teoría denominada Matemática en el Contexto de las Ciencias (MCC) que se sustenta en la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel y reflexiona acerca de la vinculación entre las matemáticas y las ciencias que la requieran [3], y se fundamenta en los siguientes paradigmas:

1. La matemática es una herramienta de apoyo y disciplina formativa.
2. La matemática tiene una función específica en el nivel universitario.
3. Los conocimientos nacen integrados.

Existen algunos investigadores que han trabajado con esta teoría obteniendo resultados favorables para el aprendizaje entre ellos se puede mencionar a Muro [4], Olazábal [5], Trejo [6], De Pavia [7], Sauza [8], Alvarado [9], Rojas [10], Accostupa [11], Neira [12], Flores et al [13], Camarena [?,3].

2. Planteamiento del problema

La Academia de Matemáticas del área de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA) es un organismo colegiado que tiene como una de sus principales funciones analizar, discutir y plantear posibles soluciones a la problemática del aprendizaje

de las matemáticas en las diferentes carreras pero muy especialmente en las de Ingeniería. En juntas de academia gran parte de los maestros del área de Ciencias Básicas expresan que muchos alumnos muestran indiferencia y apatía hacia las matemáticas, es decir los alumnos no se encuentran motivados por aprender y un reflejo claro de esto es que los índices de reprobación en exámenes escritos son muy altos, específicamente en la materia Cálculo Diferencial son de aproximadamente el 70 %, el cual es un porcentaje alarmante, que se logra reducir considerando que en la evaluación, el examen tiene un porcentaje del 50 % y el otro 50 % consiste en entrega de tareas, trabajo en clase y participaciones y considerando además que los alumnos tienen derecho a una segunda oportunidad de acreditar el curso. En la tabla 1 se presentan estadísticas históricas de ITESCA donde se muestran los índices de reprobación de Cálculo Diferencial en los periodos de agosto a diciembre desde 2010 al 2014.

Tabla 1: Porcentajes de reprobación de Cálculo Diferencial por año

Año	2010	2011	2012	2013	2014
No aprobados	29.63 %	25.55 %	35.16 %	22.02 %	21.69 %

Estando muy por abajo de poder cumplir con uno de los objetivos de calidad del Instituto el cual se puede consultar en el manual de Gestión de la Calidad de ITESCA o en la dirección http://www.itesca.edu.mx/itesca/mision_vision.asp y que establece: “Mantener el índice de reprobación menor o igual al ciclo inmediato anterior, que en el año 2014 fue de 16.7%”. Esta problemática se acentúa por ser el Cálculo Diferencial una materia que lleva seriación en su plan de estudio lo cual origina un rezago académico de estudiantes en las carreras ingenieriles, traducándose a deserciones o teniendo un egreso tardío de la institución y lo más desfavorable su salida definitiva del sistema de los tecnológicos por restringirse a 12 semestres su vida académica en el nivel superior e impactando de esta manera en la eficiencia terminal de la institución. Por lo anterior expuesto en este trabajo de investigación nos enfocaremos en la problemática que se presenta en la materia de Cálculo Diferencial, de manera específica en el tema de desigualdades lineales y cuadráticas, debido a la importancia de estas en el Currículum de las carreras de Ingeniería y por presentar un alto índice de reprobación. Además Se decidió estudiar el tema de desigualdades por

su utilidad como herramienta para estudiar el dominio y rango de funciones así como su uso en las aplicaciones de la derivada en problemas de optimización y variación de funciones.

2.1. Problemática del aprendizaje de desigualdades lineales y cuadráticas

En la enseñanza tradicional en los cursos de Cálculo Diferencial de las carreras de Ingeniería es común presentar los temas de desigualdades lineales y cuadráticas fuera de contexto, que como ya se ha mencionado esto demerita la motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas, además el maestro generalmente se centra en que el estudiante desarrolle procesos algorítmicos para su solución (lo cual no es malo) pero se descuida la comprensión del concepto de desigualdad y de su utilidad para resolver problemas de su área de estudio.

En un curso tradicional de Cálculo Diferencial es común desarrollar el tema de desigualdades de la siguiente manera: Primero se define el conjunto de los números reales y se establece una relación biunívoca entre este y la recta real, por relación biunívoca se entiende que a cada número real se le puede asignar uno y solo un punto en la recta real y viceversa, posteriormente se establecen las propiedades de los números reales y se define una relación de orden entre ellos para luego establecer los axiomas básicos necesarios para resolver desigualdades. Luego se definen los diferentes tipos de intervalos que existen en la recta real y las operaciones básicas de unión e intersección de conjuntos y por último se empieza a resolver desigualdades lineales que pueden ser llevadas a la forma $ax + b < 0$ donde el símbolo $<$ puede ser cambiado por $(>, \leq, \geq)$. Para el caso de desigualdades cuadráticas el proceso metodológico es el siguiente. Primero se escribe la desigualdad de la forma $ax^2 + bx + c < 0$ donde el símbolo $<$ puede ser cambiado por $(>, \leq, \geq)$, luego se determinan las raíces reales de la ecuación cuadrática $ax^2 + bx + c = 0$ si es que existen, si existen y estas son x_1 y x_2 , se reescribe la desigualdad $ax^2 + bx + c < 0$ como $(x - x_1)(x - x_2) < 0$ y se hace un análisis de su solución a partir de la regla de los signos de la multiplicación de dos números, estas son:

$AB > 0$ solo si $A > 0$ y $B > 0$ ó $A < 0$ y $B < 0$

$AB < 0$ solo si $A > 0$ y $B < 0$ ó $A < 0$ y $B > 0$

Las reglas anteriores son válidas también para \geq y \leq . También algunos maestros la resuelven haciendo un análisis de los intervalos que se separan las raíces en la recta real.

La problemática que se observa con esta enseñanza tradicional es que muchos alumnos tienen problemas de

tipo algebraico, como efectuar operaciones de suma, resta, multiplicación y división con números racionales, de tipo despeje y usar adecuadamente los axiomas de orden, en especial cuando se multiplica por un número negativo en ambos lados de una desigualdad. Se tienen problemas también en aplicar adecuadamente la fórmula general para encontrar las raíces de una ecuación cuadrática y / o factorizar, comprender y aplicar adecuadamente las reglas de los signos de la multiplicación de dos números, operar de forma correcta las operaciones de unión e intersección de conjuntos y distinguir la diferencia entre los conectivos lógicos (y, ó). Aunado a lo anterior al terminar de resolver una desigualdad el alumno generalmente no autoevalúa los procesos algebraicos realizados y tampoco verifica si la solución es correcta o no, evaluando en algunos puntos del intervalo la solución. Al respecto Santos & Sánchez [14, p. 42] comentan:

La falta de autoevaluación en los procesos realizados por un alumno en un contexto de “papel y lápiz”, puede ser complementada en un ambiente de “papel, lápiz y microcomputadora”. Esta última en muchos casos, permite “visualizar el error”, provocando una revisión de su proceso para una mejor aproximación en la resolución de un problema.

De esta forma partiendo de la problemática planteada se pretende implementar estrategias con el uso de un software matemático que permitan resolver desigualdades de forma algebraica y gráfica y poder contrastar sus soluciones, de forma tal que si estas soluciones no coinciden le permita al alumno con la ayuda del software encontrar el o los errores algebraicos y corregir, logrando así un mejoramiento en los desarrollos procedimentales.

2.1.1. Problema y pregunta

En este trabajo se tomó la concepción de “rendimiento académico” como lo presentan Pérez, Ramón y Sánchez (2000), Vélez y Roa (2005) citados en Garbanzo [15, p. 60], quienes lo definen como “el valor atribuido al logro del estudiante en su desempeño académico, mediante las calificaciones obtenidas. Casi siempre involucra una evaluación cuantitativa del aprovechamiento del estudiante, ya sea satisfactorio o no, e implica la deserción o éxito académico”.

2.1.2. Problema

Esta investigación aborda un problema de las carreras de Ingenierías en la materia de Cálculo Diferencial, el cual es, el bajo rendimiento académico de los estudiantes al resolver desigualdades lineales y cuadráticas.

2.1.3. Pregunta de investigación

En el marco de la teoría de la matemática en el contexto de las ciencias la pregunta de investigación es:

¿El uso de estrategias con tecnología basadas en software matemático mejora el rendimiento académico para resolver desigualdades lineales y cuadráticas y en contexto?

2.1.4. Objetivo general

“Diseñar e implementar estrategias didácticas con uso de software matemático en desigualdades lineales y cuadráticas en las carreras de Ingeniería y evaluar en el estudiante su rendimiento académico”

Se formula la hipótesis de investigación como:

2.1.5. Hipótesis

H0: No existe relación entre la aplicación de estrategias didácticas con software y la obtención de mejoras en el aprendizaje de las desigualdades lineales y cuadráticas y en contexto.

H1: Existe relación entre la aplicación de estrategias didácticas con software y la obtención de mejoras en el aprendizaje de las desigualdades lineales y cuadráticas y en contexto.

3. Marco teórico

3.1. La matemática en el contexto de las ciencias

La MCC es una teoría que reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, la cual está fundamentada en los siguientes paradigmas: a) La matemática es una herramienta de apoyo y disciplina formativa; b) La matemática tiene una función específica en el nivel universitario; y c) Los conocimientos nacen integrados [3]. La teoría contempla cinco fases que están presentes en el ambiente de aprendizaje: La curricular (1984), la didáctica (1987), la epistemológica (1998), la docente (1990) y la cognitiva (1992). Ver figura 1.

En esta investigación se trabajó con la fase didáctica la cual posee una estrategia didáctica que se denomina matemática en contexto [16]. A continuación se muestran las etapas de la Matemática en Contexto.

1. Identificar los eventos contextualizados: Análisis de textos de las demás asignaturas que cursa el estudiante para determinar los eventos

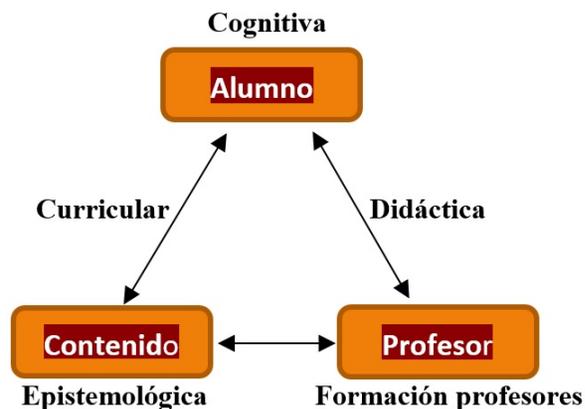


Figura 1: Fases de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

contextualizados que deberán ser planteados a los alumnos, siempre y cuando estén a su alcance cognitivo.

2. Plantear el evento contextualizado.
3. Determinar las variables y las constantes del evento.
4. Incluir los temas y conceptos matemáticos y del contexto necesarios para el desarrollo del modelo matemático y solución del evento.
5. Determinar el modelo matemático.
6. Dar la solución matemática del modelo matemático.
7. Determinar la solución requerida por el evento.
8. Interpretar la solución en términos del evento y disciplinas del contexto.
9. Presentar una matemática descontextualizada. Recapitulación de los temas nuevos de matemáticas que han sido incorporados para la resolución del evento con el propósito de impartir una matemática descontextualizada, en donde se retoma la formalidad que sea necesaria según el área de estudio (p.170).

Es importante aclarar que en asignaturas aisladas se ha implementado esta fase (Didáctica) obteniéndose muy buenos resultados. Como el trabajo de tesis de maestría de Hernández [17] “Las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer y segundo orden en el contexto del movimiento uniforme” donde se establece que las ecuaciones diferenciales se pueden contextualizar para que el alumno desarrolle habilidades para resolver problemas de su vida diaria. Y la investigación de Trejo, Camarena y Trejo [6, 18] donde se trabaja en la construcción

de un modelo matemático por medio de una ecuación diferencial para determinar matemáticamente el orden de una reacción química.

4. Metodología de la investigación

La investigación es de tipo cuantitativo. Con la finalidad de probar la propuesta de estrategias del uso de la tecnología (software matemático) para mejorar el rendimiento académico al resolver desigualdades lineales y cuadráticas y en contexto, se elaboró un diseño experimental con dos grupos de alumnos pertenecientes a las carreras de Geociencias, uno de control y el otro experimental con aplicación sólo de un postest.

4.1. Metodología

La metodología se establece de la siguiente manera:

- Identificación de conocimientos previos al tema de desigualdades lineales y cuadráticas.
- Instrumento de evaluación diagnóstica al tema de desigualdades lineales y cuadráticas.
- Validación del instrumento de evaluación diagnóstico.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica se diseñaron actividades con el uso del software para reconstrucción de conocimientos previos al tema y para dar solución a problemas en contexto con las etapas de contextualización de la matemática en contexto.

4.1.1. Etapas de contextualización

1. Determinación de variables y constantes del evento.
2. Determinación del modelo matemático.
3. Solución matemática del evento.
4. Determinación de la solución requerida por el evento.
5. Interpretación de la solución en términos del evento y disciplinas del contexto.

4.1.2. La población

Estuvo conformada por todos los grupos que cursaban la materia de Cálculo Diferencial en este caso 13 grupos con un total de 407 estudiantes de las carreras de Ingeniería que ofrece en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA), que se encuentra ubicado en Ciudad Obregón, Sonora, México.

4.1.3. La muestra

Los grupos se eligieron del total de alumnos que cursaban la materia de Cálculo Diferencial. El tipo de muestreo fue no probabilístico intencional debido a que se eligieron dos grupos de alumnos de nuevo ingreso con la característica específica de ser de la carrera de ingeniería en Geociencias. En este caso el grupo control y el experimental estuvieron conformados por 36 y 28 alumnos respectivamente. Para obtener dos grupos semejantes: uno de control y otro experimental, se utilizó la asignación aleatoria. Además, las clases fueron impartidas en el mismo horario en ambos grupos y en salones con infraestructura física similar por dos maestros diferentes.

5. Implementación de las estrategias didácticas

La propuesta de estrategias didácticas se aplicó al grupo experimental, al mismo tiempo que el grupo control recibió sus clases tradicionales sobre el tema de desigualdades lineales y cuadráticas.

Evaluación del rendimiento académico.

1. Se diseñó el postest que deberán resolver los estudiantes. Este consta de desigualdades lineales, cuadráticas y problemas en contexto. Se presenta en el apéndice B.
2. Se aplicó el postest a ambos grupos.
3. Se determinó el rendimiento académico en base a las calificaciones obtenidas en el examen.
4. Se realizó un análisis estadístico con el SPSS versión 23, para dar respuesta a la pregunta de investigación.

6. Análisis de resultados

Se utiliza el paquete Computacional SPSS versión 23.0 para el análisis estadístico y la obtención de tablas las cuales se generan a partir de las distintas variables independientes tratadas en el estudio, siendo analizadas las siguientes:

- Examen de eventos contextualizados.
- El promedio o calificación.
- El Rendimiento Académico es considerado como la variable dependiente.

Se hace un análisis comparativo entre las calificaciones obtenidas en los exámenes del grupo control y el experimental para determinar el rendimiento académico. Los exámenes se aplicaron a un total de 64 alumnos inscritos en la materia de Cálculo Diferencial de la carrera de Ingeniería en Geociencias del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme. 36 alumnos del grupo control y 28 del grupo experimental.

Con el fin de determinar las diferencias entre las calificaciones obtenidas entre grupo experimental y grupo control (forma tradicional), se realizaron pruebas t de Student para dos muestras independientes, al total de 64 estudiantes evaluados.

A continuación el análisis estadístico tiene como resultante las siguientes tablas obtenidas con el paquete computacional estadístico SPSS versión 23 de las distintas variables independiente consideradas en esta investigación.

En la tabla 2 se muestran los porcentajes de aprobación y reprobación en el examen de conocimientos y con eventos contextualizados donde se puede observar como el grupo experimental presenta un porcentaje de aprobación superior al grupo control.

Tabla 2: Porcentajes de aprobación y reprobación del examen de conocimientos y contextualizado a grupos independientes.

Examen	Grupo de control		Grupo experimental	
	Aprobados	Reprobados	Aprobados	Reprobados
Conocimiento y contextualizado	33.3 %	66.6 %	75 %	25 %

En la tabla 3 y figura 2 se presenta la media obtenida en el análisis estadístico con el paquete SPSS versión 23 sobre el examen de conocimientos y eventos contextualizados entre los grupos, siendo favorecida con una media superior al grupo experimental.

Tabla 3: Porcentajes de reprobación de Cálculo Diferencial por año

Año	2010	2011	2012	2013	2014
No aprobados	29.63 %	25.55 %	35.16 %	22.02 %	21.69 %

Finalmente se muestra la tabla 4 obtenida de la comparación de medias sobre la variable dependiente promedio, donde se puede observar que entre los dos grupos analizados el de control (forma tradicional) y el experimental sí existen diferencias estadísticamente

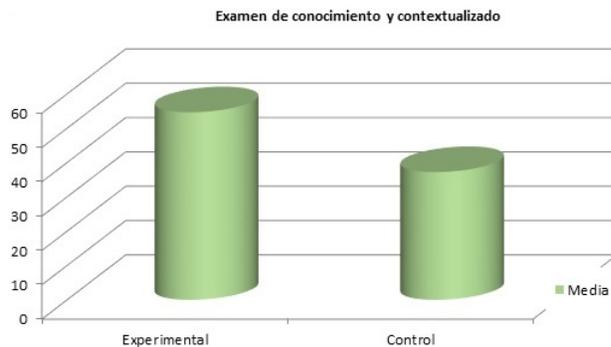


Figura 2: Fases de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.

significativas ($p= 0.000;0.05$) por lo que el rendimiento académico del grupo al que se aplica el tratamiento si mejoró consistentemente respecto al del grupo control.

Tabla 4: Comparación de medias sobre la variable dependiente Promedio.

Examen	Grupo	N	Media	Desviación Estandar	Media del error estándar
Conocimiento y contextualizado	Experimental	28	54.64	14.268	2.696
	Control	36	37.22	15.604	2.601

7. Conclusiones

El objetivo principal del presente trabajo fue estudiar la relación entre el indicador del Rendimiento Académico y la aplicación de estrategias didácticas con software matemático Geogebra en un curso de Cálculo Diferencial cuando se implementa la fase didáctica de la MCC, en una muestra de dos grupos de estudiantes del Instituto Superior de Cajeme.

Basado en el análisis estadístico obtenido, en el examen de conocimientos de desigualdades lineales y cuadráticas y de resolución de eventos contextualizados en Ingeniería, se concluye que los estudiantes del grupo experimental que tomaron el curso de Cálculo Diferencial con el material de apoyo implementado en el Software Geogebra mejoraron sustancialmente el Rendimiento académico con respecto a los estudiantes que llevaron el curso de manera tradicional.

Un estudio similar referente a la mejora de rendimiento académico con la MCC y el uso de las Tic's lo presentó Del Rivero [19] el objetivo de la investigación es estudiar la relación entre el indicador de rendimiento académico (calificación del tema "ecuaciones diferenciales de primer

orden” del curso de Ecuaciones Diferenciales) y el factor del uso de material didáctico contextualizado en circuitos eléctricos e implementado en plataforma Moodle, en una muestra de dos grupos de estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, determinando que “existe relación entre la aplicación del material didáctico con el uso de la plataforma moodle y la obtención de mejoras del aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales de orden uno en el contexto de los circuitos eléctricos”.

Por otro lado Ruiz, Camarena y Del Rivero [20] realizaron una investigación con estudiantes de ingeniería que cursan la asignatura de Ecuaciones Diferenciales en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA) donde establecen que el uso de estrategias con tecnología basadas en software matemático para conocimientos previos, favorece el desarrollo de las habilidades procedimentales para resolver eventos de la transformada de Laplace en el contexto de los Circuitos Eléctricos, así como de la construcción de conceptos.

En ambas investigaciones se reconoce la mejora en el rendimiento académico teniendo como base la Teoría educativa la Matemática en el Contexto de las Ciencias Camarena [21] y basadas en la teoría de aprendizaje significativo de Ausbel [1], apoyados con una herramienta tecnológica.

Hay sin embargo investigaciones que difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Escudero, Llinás, Obeso y Rojas [10] presentaron un estudio en el primer congreso internacional de educación mediada con tecnologías sobre la influencia de la tecnología en las asignaturas de Cálculo Diferencial y Estadística Descriptiva; se realizó un diseño cuasi experimental con grupos de control y experimental con aplicación sólo de un postest, llegando a la conclusión de que aunque el estudio bajo el rigor estadístico no ofreció diferencias significativas del efecto de la tecnología en el aprendizaje del Cálculo Diferencial y de la Estadística Descriptiva con el apoyo del Derive y, la calculadora de gráficas y programa Statgraphics, con relación al curso que se desarrolló sin el uso de la tecnología, el estudio descriptivo y cualitativo pone en evidencia una tendencia al mejoramiento del aprendizaje del Cálculo y de la Estadística cuando se utilizan los medios computacionales como herramientas o medios cognitivos para el desarrollo del pensamiento matemático.

Referencias

- [1] David P Ausubel, Joseph D Novak, Helen Hanesian, et al. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, volume 2. Trillas México, 1983.
- [2] César Coll and Isabel Solé. Aprendizaje significativo y ayuda pedagógica. *Cuadernos de pedagogía*, 168(4), 1989.
- [3] GP Camarena. Teoría de la matemática en el contexto de las ciencias. *Actas del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas*, pages 83–107, 2008.
- [4] C Muro. *Análisis del conocimiento del estudiante relativo al campo conceptual de la serie de Fourier en el contexto de un fenómeno de transferencia de masa*. PhD thesis, 2013.
- [5] Ana Olazábal. *Categorías en la traducción del lenguaje natural al algebraico de la matemática en contexto*. PhD thesis, 2013.
- [6] TE Trejo and GP Camarena. *La ecuación diferencial en el contexto de las reacciones químicas de primer orden*. PhD thesis, Tesis en Maestría en Orientación Educativa de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, 2005.
- [7] IP De Pavia. *Desarrollo de habilidades del pensamiento para la matemática en el contexto de las ciencias*. PhD thesis, Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México, 2006.
- [8] M Sauza. *Una propuesta didáctica del análisis matemático en el contexto de la ingeniería de control*. PhD thesis, Tesis de Maestría en Orientación Educativa de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, 2006.
- [9] PY Alvarado. *Análisis del significado de la solución de las ecuaciones diferenciales lineales en la volatilización de compuestos orgánicos*. PhD thesis, Tesis de Maestría en Orientación Educativa de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, 2008.
- [10] BJ Rojas. Aplicación de los campos de galois en el contexto de la corrección y detección de errores en comunicaciones basadas en los códigos bch, con un enfoque didáctico. *México DF*, 135, 2008.

- [11] HJ Accostupa. *Propuesta didáctica para las funciones sinusoidales de la forma $f(x) = A + B \sin(Cx + D)$ en el contexto de los circuitos eléctricos del área de la Ingeniería*. PhD thesis, Tesis de Magíster en Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- [12] FV Neira. *Modelación de problemas contextualizados usando sistemas de ecuaciones lineales con dos variables: basado en el enfoque de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*. PhD thesis, Tesis de Magíster en Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
- [13] AIP Flores and GP Camarena. La interdisciplinariedad: nivel superior. *R. D. Gutiérrez, DC Cenicerros, VH Monárrez (Coords.), Procesos de enseñanza y aprendizaje: estudios en el ámbito de la educación media superior y superior*, 3:150–167, 2012.
- [14] Josefina Santos Naranjo and Laly Cedeño Sánchez. El perfeccionamiento metodológico y la superación continua a través de la observación de clases. *Revista Cubana de Educación Superior*, 36(2):142–147, 2017.
- [15] Guiselle María Garbanzo Vargas. Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Educación*, 31(1), 2007.
- [16] GP Camarena. Curso de análisis de fourier en el contexto del análisis de señales eléctricas. *Editorial. ESIME-IPN, México*, 1993.
- [17] M Hernandez. *Las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer y segundo orden en el contexto del movimiento uniforme*. PhD thesis, 2013.
- [18] Elia Trejo Trejo, Patricia Camarena Gallardo, and Natalia Trejo Trejo. Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11(1):397, 2013.
- [19] S Del Rivero. *Diseño de material didáctico de apoyo al curso de ecuaciones diferenciales, en línea y con la matemática en contexto*. PhD thesis, Tesis de Doctorado en Educación. Universidad Kino., 2014.
- [20] Leonsio Ruiz Moreno, Patricia Camarena Gallardo, and Socorro del Rivero Jiménez. Prerrequisitos deficientes con software matemático en conceptos nuevos: transformada de laplace. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69):349–383, 2016.
- [21] Gallardo Patricia Camarena. El currículo de las matemáticas en ingeniería. *Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN*, pages 21–25, 1984.

Teoría fundamentada sobre los elementos de implementación de economía circular en el sur del estado de sonora.

L. Valenzuela-Corral^{1,*} and C. Hinojosa-Rodríguez^{1,*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Maestría en tecnologías de la información para los negocios, Sonora, México

*e-mail: lambertoabel@gmail.com; carlos.hinojosa@itson.edu.mx

Resumen: *El artículo tiene como objetivo conocer los elementos de implementación de economía circular en el sur del estado de sonora. Para su desarrollo, se utilizó la teoría fundamentada, se contó con la participación de 8 representantes de organizaciones involucrados en el tema, se les aplicó un cuestionario base de 30 preguntas enfocadas en las variables de elementos de implementación, barreras de implementación y beneficios de implementación, divididos en los siguientes factores: factor ecológico, factor político/social y factor tecnológico. Como resultado, se obtuvieron los elementos en cada uno de los factores, que se deben de considerar para llevar a cabo la implementación de economía circular. A manera de conclusión se puede mencionar que la implementación de una economía circular no es una tarea fácil, se debe de tener un enfoque a las necesidades del cliente, el gobierno y las empresas deben de trabajar juntos, innovar y tener visión de cambio.*

Palabras clave: Economía circular, implementación de economía circular, teoría fundamentada.

Abstract: *The objective of this article is to know the implementation elements of a circular economy in the south of the state of Sonora. For its development, it was used the grounded theory, with the participation of 8 representatives of organizations involved in the subject, a base questionnaire of 30 questions was applied, focused on the variables of implementation elements, implementation barriers and implementation benefits. Divided into the following factors: ecological factor, political / social factor and technological factor. As a result, the elements were obtained in each one of the factors, which must be considered to carry out the circular economy implementation. By way of conclusion it can be mentioned that the implementation of a circular economy is not an easy task, it must have a focus on the needs of the client, the government and companies must work together, innovate and have a vision of change.*

Keywords: Circular economy, implementation of circular economy, grounded theory.

1. Introducción

El presente artículo tiene por objetivo identificar los elementos de importancia para la implementación de economía circular (EC) en la región del sur del estado de sonora, por lo que se realizó una investigación cualitativa para determinar estas variables de importancia.

Actualmente se maneja un modelo económico-productivo el cual se caracteriza por adquirir materia prima necesaria para la realización de productos, donde una vez refinados los componentes se transforman en un bien que al ser utilizado se convierte en un desperdicio, al final de su vida útil. A este sistema se le conoce como

economía lineal (EL) la cual ha llevado a deteriorar de manera significativa el medio ambiente y los recursos naturales, porque no está pensado para ser sustentable y la extracción masiva de recursos ha hecho cada vez más difícil su obtención, lo cual ha encarecido y sobreexplotado ciertos productos, además de generar artículos que una vez desechados se convierten en un residuo, el cual genera un coste económico y ambiental, porque ese residuo contiene diferentes materiales como metales, vidrio, plásticos, papel entre otros. Que siguen siendo funcionales y necesarios, pero quedan desechados y fuera del sistema por haber terminado su función [1].

Esto convierte a este sistema en insustentable a largo plazo ya que antes no se tomaban en cuenta los percances económicos y ambientales pensando que los recursos eran

ilimitados y disfrutando de la burbuja, en la que la economía aumenta produciendo una cantidad excesiva de bienes generando mercados y necesidades nuevas sin tomar en cuenta el manejo de los desperdicios, lo cual nos hace ricos en basura, pero pobres en ingenio.

La economía circular, es un método que busca hacer al sistema productivo sostenible, optimizando el uso de los materiales, cerrando los ciclos de vida de los productos o servicios, por medio de la innovación, la tecnología, el diseño industrial y demás integraciones económicas y sociales. Implementarla no es una tarea sencilla ya que se necesitan desarrollar innovaciones que permitan la integración a este modelo, actualmente las empresas se rigen por la economía lineal, lo cual genera una demanda creciente de recursos naturales para abastecer al mercado, pero no se diseña como esos recursos se mantendrán dentro de la economía, solo se desperdician, esto hace que el sistema lineal sea cuestionado por ser un sistema inflexible e insustentable, enfocado en la producción y creación de necesidades de consumo sin incorporar valores medioambientales o formas de reinsertar los desechos en la economía simplemente porque no son pensados para serlo [2-4].

Para evitar los desastres que se viven actualmente con la economía lineal se deben mejorar los procesos actuales basados en el diseño holístico del producto, innovando el ciclo de vida de un bien, manteniendo durante el mayor tiempo posible el recurso en la economía, además que un ciclo económico circular ha demostrado que incrementa la generación de empleo debido a la reutilización de los productos, rediseño industrial y el uso holístico de los bienes, incrementar la competitividad al buscar mejores prácticas e innovaciones de los recursos rescatados, aplicando el upcycling, que es una técnica enfocada en generar un producto nuevo, tomando la materia prima de otro desechado agregándole valor para así generar un nuevo bien mejor que el que fue originalmente [5, 6].

El avance hacia una economía en donde los procesos sean sostenibles requiere el desacoplamiento entre la actividad económica y el deterioro ambiental por lo que se debe generar un cambio del modelo productivo que sea más eficaz, la EC atiende las necesidades planteadas y no se pelea con las empresas si no lo contrario, busca la manera de hacerlas rentables con la ayuda de innovaciones en sus procesos, productos y modelos de negocio, utilizando un menor gasto de materia prima y recursos energéticos en su obtención. Sin embargo, la implementación de EC ha sido un problema, ya sea por lo arraigada que esta la sociedad a un sistema económico lineal o por el poco interés de políticos y empresarios de

buscar métodos más sostenibles [7].

La Fundación Ellen MacArthur ha ofrecido importantes evidencias de que la circularidad ha empezado a abrirse paso en la economía lineal y que ha ido más allá de la prueba del concepto, varias empresas ya prosperan en ella y los responsables políticos están admitiendo el potencial que tiene la EC. La Fundación Ellen MacArthur, SUN y McKinsey han llegado a la conclusión de que, adoptando los principios de la EC, Europa puede aprovechar la inminente revolución tecnológica para generar un beneficio neto de 1,8 billones de euros de aquí a 2030, es decir, 0,9 billones más que en la actual senda de desarrollo lineal. La EC podría generar enormes oportunidades para la renovación, regeneración e innovación industrial [5].

Se pueden tomar como ejemplos de empresas que han implementado EC en sus organizaciones y generando beneficios con ella, como es el caso de Nike el cual buscando una innovación basada en la EC y en las necesidades de los corredores desarrollo la tecnología Flyknit con la que la empresa puede producir la parte superior de una zapatilla con solo unos pocos hilos. [8,9]

Otro ejemplo de empresa que aprovecha el valor de los residuos de productos después de su vida útil es Desso, que se dedica a fabricar alfombras. esta empresa tuvo un declive con la crisis del 2008 en estados unidos lo cual la orillo a buscar maneras sostenibles de seguir generando sus productos ya que necesitaban reducir sus costos de operación para seguir en el mercado. La empresa desarrolló una técnica de separación denominada Refinity, que permite separar los hilos de otras fibras en el reverso de las alfombras. Con lo que recibían las alfombras usadas de sus clientes brindándoles un beneficio económico en la compra de un nuevo producto y utilizando las antiguas alfombras para generar materiales que usarían en la generación de sus productos.

la utilización de la EC ha generado grandes beneficios en diferentes países, por ejemplo, en España la tasa de reciclado y la de valorización de residuos de envases, muestra en los últimos años una tendencia de crecimiento prácticamente constante. En 1997 eran del 34,0% y 37%, respectivamente, mientras que en 2013 alcanzaron el 66,6% y el 73,3% y esto no solo se mide en menos desperdicio si no en nuevos productos que siguen en el mercado lo cual se puede traducir en beneficios para la sociedad española [3]

la EC también tiene sus desventajas como la generación de autarquía ya que al convertir una región en autosuficiente se regula el consumo, se reduce la producción, se reduce la compra, lo cual afecta a la

economía de manera global y puede generar recesión, esto hace que determinar los elementos que ayuden a su correcta implementación y función sean de vital importancia para lograr una implementación correcta que no genere problemas a largo plazo.

Acceleratio, una firma consultora holandesa que habla sobre las principales barreras que debe enfrentar la EC en su implementación y se encuentran encuadradas de la siguiente manera: factor político y regulatorio, factor cultural, financiación, factor tecnológico y de infraestructuras. Sin embargo, estas variables no han sido analizadas a la región sur del estado de sonora ya que no se ha realizado ningún estudio ni implementación de EC en la región, por lo que para poder conocer las características de estas variables se realizó una investigación sobre los elementos de importancia para la implementación de EC la cual mostro que las variables de importancia de esta región son tres factor ecológico, factor político/social y factor tecnológico, para medir estas variables se utilizó como método la teoría fundamentada, que consiste en una teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática y analizados por medio de un proceso de investigación. [10]

2. Metodología

En este estudio se utilizó el método de teoría fundamentada la cual es una investigación cualitativa, en la que se entrevistaron a 8 personas: empresarios, catedráticos y actores de la sociedad civil conocedores o usuarios activos en el tema.

Con el fin de recaudar los elementos de importancia para la implementación de EC en el sur del estado de Sonora, entrevistando a cada uno de manera personal en un área relajada y sin interrupciones, cada entrevista consto de 30 preguntas base y de varias preguntas derivadas de las opiniones de la persona, con el fin de obtener la mayor información posible o aclarar posibles dudas, estas entrevistas duraban entre 45 minutos y 1 hora y 30 minutos aproximadamente. los entrevistados fueron grabados para cumplir con los fines de la investigación, en donde contestaron preguntas abiertas acerca de la EC y pudieron expresar sus ideas e intereses en el tema, así como sus preocupación y sugerencias para lograr implementarlo en empresas del sur del estado de Sonora, derivados de sus conocimientos, su experiencia profesional y su punto de vista como actores activos en el tema.

A continuación en la tabla 1, se muestran los participantes del estudio y su distinción en el tema ya

sea como experto en el tema o directivo de empresa en busca de nuevas opciones de negocio.

Tabla 1: Participantes del Estudio

Participante	Sexo	Dictinción
Participante 1 - P1	Masculino	Experto
Participante 2 - P2	Femenino	Experto
Participante 3 - P3	Femenino	Directivo de Empresa
Participante 4 - P4	Femenino	Experto
Participante 5 - P5	Femenino	Directivo de Empresa
Participante 6 - P6	Masculino	Experto
Participante 7 - P7	Masculino	Directivo de Empresa
Participante 8 - P8	Femenino	Directivo de Empresa

Una vez realizadas las entrevistas eran transcritas para su interpretación posterior utilizando las bases de la teoría fundamentada en su aplicación y analizando cada una de las respuestas párrafo por párrafo tratando de comprender y resumir la idea en palabras sencillas. Lo cual se deriva en 3 clases: categoría, propiedades y dimensiones.

Tomando las ideas principales de cada uno de los participantes divididos en 3 diferentes variables: elementos de implementación, beneficios de la EC y barreras de implementación, se obtuvieron las siguientes ideas primordiales derivadas de un extenso análisis y comprensión de la información.

3. Resultados

Una vez realizada la codificación por medio de la teoría fundamentada se obtuvieron una serie de categorías, propiedades y dimensiones extraídas de las opiniones y criterios de los participantes las cuales se muestran en las siguientes tablas siendo divididas en 3 elementos de importancia en el estudio, los elementos de implementación, las barreras de implementación y los beneficios de la EC.

En la tabla 2 se muestran las recapitulaciones más relevantes sobre los elementos de implementación, las cuales son derivadas de las opiniones y coincidencias del estudio.

En la tabla 3 se muestran los elementos más relevantes

Tabla 2: Elementos de implementación

Categoría	Propiedades	Dimensiones
Empresa	Enfoque en el cliente	Planificar estrategias
	Opciones de mercado	Plan de negocios
	Innovación de recursos	Explicación del sistema hacia las empresas
	Entender y conectar con las empresas	Generación de buenas prácticas
		Entendimiento empresarial
		Control de residuos
Sociedad	Comunicación del sistema	Estrategia para revertir daños
	Adopción de cultura más propicia	Control de residuos
	Aprendizaje de otros países	Sentido de pertinencia / aprovechamiento
		Normas de EC

sobre las barreras de implementación, las cuales son derivadas de las opiniones y coincidencias de los entrevistados.

En la tabla 4 se muestran los elementos más relevantes sobre los beneficios de la EC, las cuales son derivadas de las opiniones y coincidencias de los entrevistados.

Con el análisis de los datos se pueden entender los puntos de vista de los participantes y en base a su criterio se puede ver la importancia de las empresas gobierno y sociedad en la actuación del sistema de EC, en este caso se debe tomar la idea de la integración de estos tres pilares uniéndolos para poder propiciar la adopción de este nuevo sistema.

Analizando a mayor detalle la información y recapitulando las ideas y opiniones de los entrevistados se puede llegar a las siguientes ideas, elementos o recomendaciones que se deben de considerar para la implementación de EC los cuales son:

- Se debe tener un enfoque en las necesidades de los clientes cada vez son más las personas que requieren que sus productos no sean contaminantes o causen daños al medio ambiente.
- El gobierno y las empresas deben de trabajar juntos

Tabla 3: Barreras de implementación

Categoría	Propiedades	Dimensiones
Políticas públicas / gobierno	Idealismo ecológico	Incentivos
	Incentivos de gobierno	Fondos de inversión
	Entidad regulatoria	Asociación de empresas y gobierno
	Política pública	Financiación
		Inversiones en la reintegración
		Asociación de empresas y gobierno
		Planeación a largo plazo
Sociedad/empresas	Inversión social	Alianzas estratégicas
	Comodidad	Logística inversa
	Pensamiento creativo	Entender y conectar con las empresas
		Conciencia del consumidor
	Competencia	Pensamiento creativo
		Criterio empresarial
	Inversiones en la reintegración	Cultura de usar y tirar

para obtener los recursos de financiación ya sea de manera de incentivos o propiciando los fondos para crear nuevas tecnologías y procesos que cambien el sistema económico lineal y transformarlo a uno circular.

- Cuando una cosa no está diseñada circular no funciona circular, no solo basta en tratar de cambiar el sistema lineal es generar el sistema desde cero la EC no es un remedio es una solución.
- Se necesita mucha innovación en las empresas para poder abandonar la comodidad del usar y tirar por usar y reintegrar además de apoyo de la sociedad.
- Una buena manera de hacer logística inversa es con la colaboración de varias empresas formando alianzas estratégicas.
- Las empresas del estado de sonora son en su mayoría pequeñas y no cuentan con la visión y capacidad de cambiar su sistema esto debe de darse de una manera prolongada y formando criterio empresarial.

Tabla 4: Beneficios de la economía circular

Categoría	Propiedades	Dimensiones
Económicos	Reducción de costos	Beneficio empresarial
	Alianza estratégica	Responsabilidad empresarial
	Posicionamiento	Permanencia en el mercado
		Aceptación del mercado
	Identificar a las empresas y sus necesidades	Salvaguardar los recursos
		Buenas prácticas
		Construir comunidad
		Interdisciplinario
		Transversalidad
	Ecológicos	Conciencia ecológica
Aprendizaje de otros países		Apoyo a la comunidad
Equilibrio ecológico		Mejora ambiental
Innovación circular		Pensamiento circular
Regeneración		Conciencia ecológica
Usar y volver a integrar		Reducir la huella ambiental

- Se necesita de mucha información dentro de las empresas para poder realizar un diagnóstico de EC.
- Las empresas mexicanas ignoran a la EC, aunque realicen procesos basados en sus principios, lo que deja a la tarea de comunicar mejor lo que es la EC.

Para delimitar mejor la información obtenida de las entrevistas realizadas a los participantes y basados en la teoría fundamentada se exponen los siguientes elementos de importancia para la implementación de EC en el sur del estado de sonora divididos en tres variables de importancia que se consideran los componentes más relevantes que se deben tener en cuenta para la implementación de EC. (véase tabla 5). Esta tabla nos sugiere tener en perspectiva estos elementos clave divididos en sus factores de importancia.

Tabla 5: Elementos de implementación

Factor ecologico	Factor politico/social	Factor tecnologico
<ul style="list-style-type: none"> • Control de residuos • Sentido de pertenencia/aprovechamiento • responsabilidad empresarial • salvaguardar los recursos • Reducir la huella ambiental • innovación de recursos • pensamiento holístico 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación del sistema hacia las empresas • Enfoque en el cliente • Comunicación del sistema • Aprendizaje de otros países • Políticas de EC • Incentivos de gobierno • Fondos de inversión • Asociación de empresas y gobierno • Enfoque en la comodidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de buenas practicas • Alianzas estratégicas • Logística inversa • Innovación • Usar y volver a integrar • Transversalidad • Diseño inteligente/holístico • Investigación y desarrollo • Energía renovable

4. Conclusiones

Basado en los resultados del estudio de teoría fundamentada y en los elementos de implementación de economía circular, podemos mencionar que los factores mostrados por Freek van Eijk, sobre las barreras de implementación de la economía circular son parecidos ya que se mencionan factores políticos, tecnológicos, sociales, regulatorios y de financiación al igual que en su estudio, dejando por fuera a la infraestructura pero adhiriendo a el factor ecológico que es de importancia para los entrevistados del estudio y da elementos de relevancia que se deben de tomar en cuenta en la región, además se obtuvo una serie de recomendaciones ideas o elementos que se deben de considerar en la implementación en la región del sur del estado de sonora.

La implementación de economía circular en las empresas del sur del estado de sonora es un trabajo arduo y que no se puede llevar acabo en un periodo corto de tiempo, aunque si se puede preparar el camino para lograr propiciar su aceptación en un mercado como el mexicano donde según los participantes de esta investigación se tienen muchos puntos a favor para lograrlo, pero el camino no es fácil, ni se llevara a cabo de manera rápida pero si exponencial ya que se pueden idear las maneras para lograr que redes de empresas adopten un sistema como este, basados en los logros que han tenido en los países europeos y que han llegado a México empresas extranjeras a introducir las iniciativas de EC en territorio mexicano se debe idear la manera de demostrar a las empresas, sociedad y gobierno que este sistema funciona y más importante aún que se necesita.

Referencias

- [1] Ellen MacArthur. Towards a circular economyeconomic and business rationale for an

- accelerated transition. *Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK*, 2013.
- [2] JW Kirchherr, MP Hekkert, Ruben Bour, Anne Huijbrechtse-Truijens, Erica Kostense-Smit, and Jennifer Muller. Breaking the barriers to the circular economy, 2017.
- [3] Jordi Morató, Nicola Tollin, and L Jiménez. Situación y evolución de la economía circular en España. *Fundación COTEC para la Innovación*, pages 15–17, 2017.
- [4] Walter Stahel. From sustainability talk to policy walk stepping up eu action on climate, biodiversity and circular economy; in: *Europainfo 3/16. European Environmental*, 13(1):23–24, 2016.
- [5] Ken Webster. *The circular economy: A wealth of flows*. Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2017.
- [6] Antoine Frérot. Economía circular y eficacia en el uso de los recursos: un motor de crecimiento económico para Europa. *Boletín Cuestión de Europa*, (331):10, 2014.
- [7] Peter Lacy and Jakob Rutqvist. *Waste to wealth: The circular economy advantage*. Springer, 2016.
- [8] Marcello Tonelli and Nicolò Cristoni. Strategic management and the circular economy. 2018.
- [9] GD Grams. Rudiments in the use of grounded theory: A working guide. *Unpublished manuscript. University of British Columbia*, 2001.
- [10] Anselm L Strauss, Juliet Corbin, and Eva Zimmerman. *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia Medellín, 2002.

Redes neuronales aplicadas a seguimiento autónomo de perímetro.

A. Hernández-Pablos^{1,*}, J. Lugo-Zavala¹, J.G. Castro-Lugo¹, L. Rodríguez-Contreras², J.E. Palomares-Ruiz¹

¹Maestría en ingeniería mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Sonora, México

²Ingeniería en sistemas computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Sonora, México

*e-mail: aehp.24@gmail.com

Resumen: *El aprendizaje artificial es una rama perteneciente al área de la inteligencia artificial, que resulta de suma importancia en el ámbito de los agentes inteligentes. Una de las técnicas que ha adquirido mayor relevancia en los últimos años es el aprendizaje mediante redes neuronales artificiales, las cuales son utilizadas para encontrar la solución de diversos problemas relacionados principalmente con los sistemas de control. Dentro de las configuraciones más utilizadas de este método (y misma que es utilizada en este artículo), es el modelo de redes multicapas (multilayer perceptron), con implementación fuera de línea (offline) y entrenada mediante el algoritmo de retropropagación (backpropagation). La finalidad de este artículo consiste en presentar el entrenamiento de una red neuronal, la cual sea capaz de seguir la trayectoria o el contorno perimetral de un estanque. El funcionamiento deseado se basa en un método de alimentación utilizado en la acuicultura, el cual es el método de voleo. Dicho método es la base para automatizar la alimentación dentro de estanques acuícolas trabajando en conjunto con un sistema de alimentación autónomo.*

Palabras clave: Aprendizaje artificial, modelo de redes multicapas, algoritmo de retropropagación.

Abstract: *Artificial learning is a new branch that belong to the area of artificial intelligence, which is of great interest for the field of intelligent agents. One of the techniques that has acquired relevance in recent years is learning through artificial neural networks, which are used to find the solution to various problems, mainly related to control systems. Among the most used configurations of this method (and the one used in this article), is the multilayer network model (multilayer perceptron), with offline implementation and trained by the backpropagation algorithm. The purpose of the presented article is to present the training of a neural network, which is able to follow the trajectory or the perimeter contour of a pond. The desired operation is based on a feeding method used in aquaculture, which is the volley method. This method is the basis for automating the feeding into aquaculture ponds working in conjunction with an autonomous feeding system.*

Keywords: Artificial learning, multilayer perceptron, backpropagation algorithm.

1. Introducción

En el presente trabajo se plantea una alternativa de solución a un problema que se suscitó al momento de estar trabajando y realizando pruebas relacionadas con el trabajo de tesis de uno de los autores. En el mismo se propone el diseño de un sistema inteligente, el cual consiste en entrenar el recorrido perimetral de un sistema móvil no tripulado, empleado en la alimentación de un estanque dentro de una granja acuícola.

La finalidad de la investigación consiste en utilizar los conocimientos adquiridos durante la materia de control inteligente para poder solucionar la problemática anteriormente mencionada. En este caso, fueron

seleccionados los tópicos pertenecientes al apéndice de entrenamiento de redes neuronales artificiales para el diseño del sistema [1].

Para la consecución de dicho objetivo fue necesario el uso de distintos paquetes de software. El entrenamiento neuronal del sistema, la obtención de pesos y el algoritmo de retropropagación [2] fue diseñado en el software RSTUDIO. La simulación del sistema fue realizada en MATLAB, mientras que la ejecución de la feedforward (Conexión hacia adelante), la lectura de sensores y el control de actuadores se realizó con apoyo del microcontrolador ATMEGA-2560, el cual se programó en la plataforma del IDE de Arduino.

Este trabajo está basado en la alimentación por voleo acuícola [3] y puede ser utilizado en conjunto con otro

proyecto para realizar esta tarea de manera autónoma. Dicho proyecto es un controlador difuso cuya hipótesis está basado en la obtención de cantidades de alimento específicas dispensables. Esta red fue desarrollada con fines didácticos con potencial de aplicaciones en trabajos futuros.

2. Antecedentes

En los últimos años, la demanda de productos pesqueros ha incrementado de manera importante a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), esta situación ha generado el despunte del sector acuícola en distintas partes del mundo [4].

En México, la acuicultura es una actividad realizada desde hace mucho tiempo, la cual provee al país de la mayor cantidad de productos pesqueros, superando a la pesca como el principal proveedor de estos recursos [5].

La constante evolución y la creciente demanda de recursos obtenidos gracias a este sector han originado que cada vez sea más explotado en distintas partes del mundo. Por dicho motivo, el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías juegan un papel muy importante en el sector acuícola, debido a que se buscan distintos métodos para poder lograr una producción más eficiente, que a la postre ayude a disminuir los costes de producción.

A nivel mundial, el sector acuícola ha despuntado exponencialmente, lo cual ha generado que en distintos países se estén desarrollando distintos métodos tecnológicos que ayuden y fomenten el desarrollo de esta actividad.

Entre los métodos que se han desarrollado, se encuentran el ASAF1 (Auto Switch Aqua Feeder 1), dicho modelo es un sistema que cuenta con un controlador de tiempos, el cual tiene dos estados (On-Off), mismo que controla los ciclos de encendido y apagado de los motores que dispensan el alimento dentro del estanque [6]. Este prototipo se fija dentro del estanque con ayuda de cuatro soportes metálicos. Dependiendo del periodo en el que se encuentre el camarón, el usuario puede realizar cambios con ayuda de un teclado, mismo que es utilizado para mandar la señal al microcontrolador utilizado. El PIC empleado es el dsPIC5011, microcontrolador de 16 bits. Este PIC brinda la opción de estarse reprogramando para poder ser utilizado a lo largo de todo el ciclo de crianza del camarón.

El inconveniente principal que presenta este dispositivo es que se encuentra fijo dentro del estanque, por tal

motivo, se propone el diseño de un dispositivo móvil, con la finalidad principal de posicionar al sistema en distintos puntos del estanque. El dispositivo se realizará a partir de la implementación de redes neuronales. Este método es utilizado actualmente para la resolución de distintas problemáticas, entre los que pueden destacarse la clasificación de patrones, el control, la aproximación y la optimización [7–11].

3. Restricciones

Para efectos de este trabajo de investigación se toman en cuenta las siguientes restricciones:

- Las variables a entrada a utilizar son 4 sensores ultrasónicos, los cuales fueron configurados para detectar la distancia entre el sistema móvil y la orilla de un estanque.
- Las variables de salida, las cuales representan los motores serán visualizadas de dos posibles maneras, mediante una LCD que mostrará el valor analógico de salida de un PWM (0-255) y como una salida analógica de voltaje (0-5V), todo esto debido a que el sistema fue diseñado para ser representado de manera didáctica.
- Las salidas a manejar serán analógicas.
- El sistema cumplirá con la función de buscar uno de los bordes del estanque, y desplazarse siempre en sentido horario.
- Como herramienta de trabajo se utilizará el software de cálculo formal MATLAB, el ambiente de desarrollo de Arduino y el software RSTUDIO.

4. Desarrollo

A continuación se detalla de manera secuencial el proceso que se siguió de forma general para obtener los resultados:

Lo primero que se realizó fue la selección de entradas y salidas del sistema. Se decidió tener 4 entradas y 2 salidas, para de esta forma poder conseguir los resultados deseados. Los dispositivos seleccionados como entrada fueron 4 sensores ultrasónicos, los cuales ayudan a conocer la distancia que existe entre el dispositivo y la orilla del estanque, mientras que en la salida se tiene una interfaz visual, apoyada en una pantalla LCD y 2 pares de salidas analógicas (cada par representa un motor diferente), los

cuales a su vez indican la dirección y la velocidad de desplazamiento de cada uno de los motores.

Después se realiza una tabla de verdad la cual sirve para determinar el funcionamiento y las reglas que regirán el comportamiento general del sistema. Una vez que se obtiene la tabla de verdad, se construye la red neuronal, la cual a su vez, después de haber sido diseñada, es entrenada de manera que puedan obtenerse los resultados esperados. Una vez que se entrena el sistema, se toman los datos recabados para poder incluirlos en el controlador creado en la IDE de Arduino, mismo que a su vez procesa los datos de entrada y despliega, tanto en una pantalla LCD como en las salidas analógicas, los valores de salida del sistema.

A continuación se explica cada paso de manera detallada:

4.1. Seleccionar las entradas y las salidas

Para que la detección de la distancia sea configurable a una cantidad deseada, se seleccionan sensores ultrasónicos y se define un rango de operación de los mismos. La entrada del sistema es de naturaleza analógica por lo que es posible, en base a la lectura realizada por los mismos, conocer la distancia a la que se encuentra la orilla del estanque. Posteriormente se seleccionan los actuadores para representar el funcionamiento de los dos motores de salida. Resultado de esto se diseña un prototipo el cual se muestra en la figura 1:

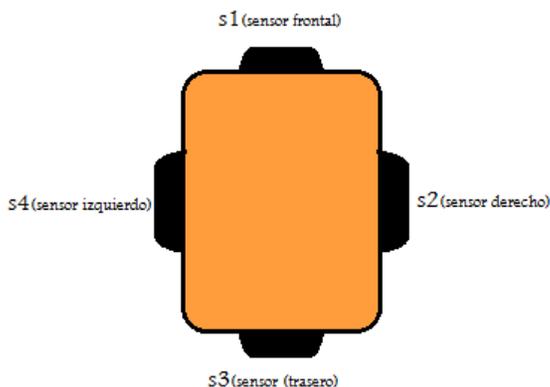


Figura 1: Esquema del vehículo

Los sensores funcionan de la siguiente manera, primeramente están programados para detectar distancias entre los 30 y los 3 centímetros. Como la función de

activación utilizada es la sigmoide logística, el rango de valores a utilizar serán entre 0.1 y 0.9, esto para evitar errores de lectura. El sistema, al momento de leer una distancia igual o mayor a los 30 centímetros, se convierte en un valor de entrada de 0.1, mientras que si el sistema lee un valor menor a 3 centímetros, lo convierte a un valor de 0.9. Si la lectura del sensor se encuentra entre 30 y 3 centímetros, el comportamiento del sistema será representado mediante una función lineal. El funcionamiento de dichos sensores se describe de manera gráfica en la figura 2:

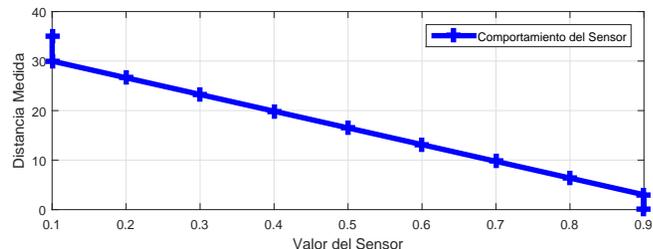


Figura 2: Representación gráfica del funcionamiento del sensor.

Del mismo modo, es necesario realizar una parametrización de los valores de salida. Esto es necesario para poder controlar la velocidad y la dirección del motor, se tienen variables de salidas, estas se encuentran representadas en un rango que va desde -255 a 255. Los valores de salida son representados en valores absolutos, debido a que el signo negativo indica solamente la dirección del motor. Del mismo modo, es necesario representar estos valores en el rango de 0.1 a 0.9 donde el 0.1 representa la velocidad máxima en reversa de los motores, el 0.5 representa que se encuentran apagados y el 0.9 es la máxima velocidad hacia adelante de los motores. El comportamiento de la salida se describe en la figura 3:

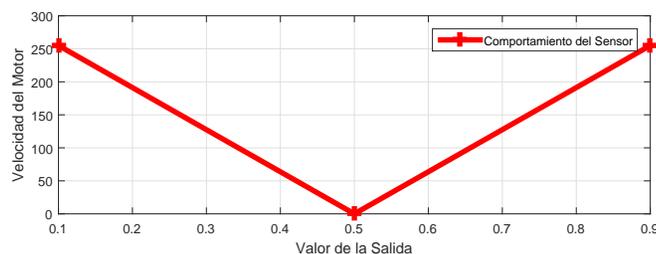


Figura 3: Gráfica del funcionamiento de los motores.

4.2. Diseño y análisis de tabla de verdad

Después de definir las entradas y salidas del sistema, fue necesario crear una tabla de verdad, mediante la cual será posible controlar las salidas. La tabla de verdad cuenta con cuatro variables de entrada las cuales, como se mostró anteriormente, pueden tener valores desde 0.1 a 0.9. Del mismo modo, se cuentan con dos variables de salida, mismas que deben tener el mismo rango de valores. La función principal del sistema es desplazar el sistema en dirección de las manecillas del reloj. Debido a la gran cantidad de combinaciones que tiene la tabla de verdad, en este artículo solo se mostrarán una cantidad limitada de los valores representativos, con los cuales será posible controlar el sistema.

La tabla 1 nos muestra los valores de verdad representativos para el diseño:

Tabla 1: Relación de datos originales

caso	S1	S2	S3	S4	MD	MI
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.9
2	0.1	0.1	0.1	0.9	0.6	0.8
3	0.1	0.1	0.5	0.5	0.7	0.7
4	0.1	0.1	0.9	0.9	0.6	0.8
5	0.1	0.5	0.1	0.9	0.7	0.7
6	0.5	0.1	0.5	0.1	0.3	0.7
7	0.5	0.1	0.9	0.9	0.2	0.8
8	0.5	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5
9	0.5	0.5	0.9	0.1	0.8	0.2
10	0.5	0.9	0.5	0.1	0.8	0.2
11	0.9	0.1	0.1	0.5	0.2	0.8
12	0.9	0.1	0.5	0.5	0.3	0.7
13	0.9	0.9	0.5	0.9	0.5	0.5
14	0.9	0.5	0.1	0.9	0.1	0.1
15	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5

En base a los datos mostrados en la tabla de verdad, se definieron los valores a ingresarse en la red neuronal y los valores deseados de salida para cada una de las condiciones creadas. El siguiente paso fue el diseño de la red neuronal. Dicho procedimiento se muestra a continuación.

4.3. Diseño de red neuronal

Como fue mencionado anteriormente, para realizar la tarea de seguimiento de contorno se utilizó una red

perceptron multicapa, la cual se muestra en la figura 4. Esta tiene cuatro neuronas de entrada (una neurona por cada sensor) y una capa de salida de dos neuronas. Como función de activación se utilizó una sigmoide logística, y para el entrenamiento, fue utilizado el software RSTUDIO, donde se definió la velocidad de aprendizaje con un valor de $\eta = 0,3$, además que se definió un alto al momento de tener un error de 0.008 o al llegar a las 1,500,000 épocas.

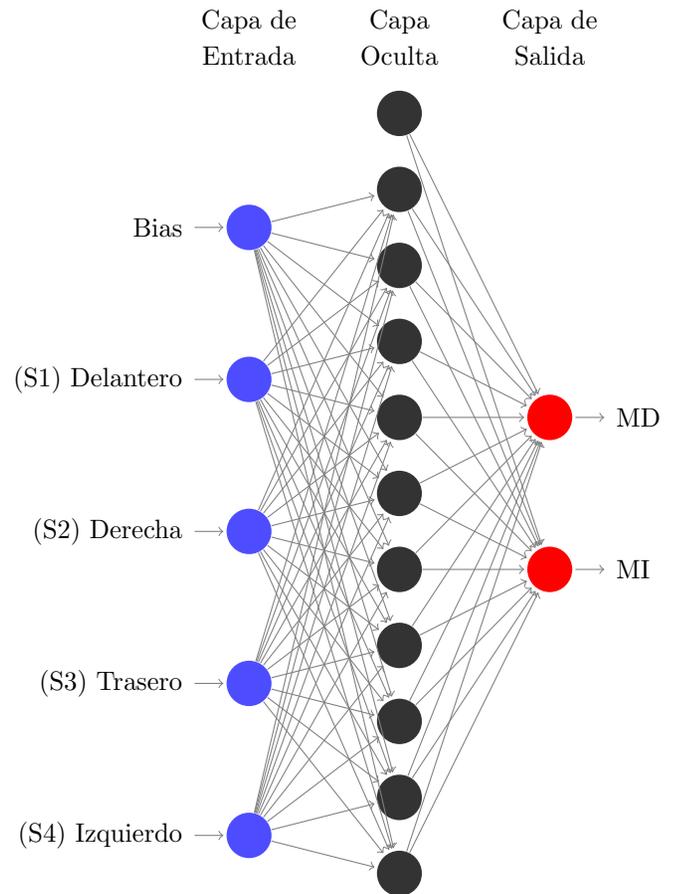


Figura 4: Modelo de red neuronal utilizado siendo MD: Motor derecho - MI: Motor izquierdo

El entrenamiento de la red se lleva a cabo en modo *off-line*, es decir que primeramente se entreno la red de forma apropiada para la obtención de los pesos W y generar el comportamiento deseado.

4.4. Programación

Una vez entrenada la red se realiza la propagación FeedForward en código C++ para la introducción a arduino. Con este código, fue posible el corroborar y comparar las salidas del sistema con respecto a la salida deseada.

El código que se desarrolló permite al diseñador realizar modificaciones que pueden ser proporcionados después de realizar el entrenamiento neuronal, como son los nuevos pesos o la manera en que debe de comportarse ante cada situación.

5. Resultados

Al momento de elaborar un sistema de control basado en redes neuronales, se realizan distintos procesos de los cuales se muestran sus resultados a continuación:

Lo primero que se realizó, después de diseñar y analizar la tabla de verdad fue el diseño y el entrenamiento de la red neuronal. El entrenamiento se realizó con la ayuda del software RSTUDIO, el cual, después de realizar 1,500,000 épocas, nos arroja un error de:

$$ECM = 0,017580$$

Como se comentó anteriormente, la red neuronal realizó más de 1,500,000 épocas, mediante las cuales fue posible, prácticamente, eliminar el error de la salida. El siguiente paso a realizar fue la obtención de los nuevos pesos del sistema. Estos pesos son los que ayudan a que la red tenga el comportamiento esperado. Los nuevos pesos establecidos, tanto para la primer capa como para la capa oculta son los siguientes:

- $w_{11} = [-3.054470, 8.0763991, 30.634599, -65.951394, -8.288606];$
- $w_{12} = [2.566999, -8.1983843, -14.679065, 35.243994, 36.046171];$
- $w_{13} = [17.463362, 22.4458388, -7.404213, -4.502393, -16.244834];$
- $w_{14} = [1.636050, 43.9500314, -1.844639, -12.272336, -8.508475];$
- $w_{15} = [12.825323, -0.1550954, 38.073182, -7.908420, -21.788790];$
- $w_{16} = [1.045926, 16.6360078, -4.875202, -4.616333, 16.760843];$
- $w_{17} = [-18.669143, -1.4490179, 32.875391, 7.620373, 21.057451];$
- $w_{18} = [-3.162954, -6.2087970, 31.941643, 0.546676, -1.221024];$
- $w_{19} = [8.949627, 1.4816925, -17.602156, -9.161590, 35.193237];$

- $w_{110} = [-11.480943, 38.0876680, -11.191724, 35.630592, 12.281327];$
- $w_{21} = [4.771797, -2.162940, -1.919082, 0.6802822, -1.0911424, -1.967188, 2.289474, -2.278324, 3.232324, -1.535141, -2.198732];$
- $w_{22} = [3.264213, -2.358759, -4.742695, -0.5571059, -0.8502388, 4.232447, 1.056049, 4.666582, -5.756882, 1.289278, -2.595308];$

Para comprobar que el entrenamiento de la red neuronal sea el correcto, se utiliza un programa creado en matlab, mediante el cual, se realiza una propagación hacia adelante asignado los pesos anteriormente establecidos. En la tabla 2 se muestran los valores deseados en comparación con los obtenidos mediante la simulación. Los resultados que fueron obtenidos son los siguientes:

Tabla 2: Tabla de comparación

caso	MD Deseado	MI Deseado	MD Obtenido	MI Obtenido
1	0.9	0.9	0.8541	0.7924
2	0.6	0.8	0.5488	0.7537
3	0.7	0.7	0.5751	0.3113
4	0.6	0.8	0.5488	0.7224
5	0.7	0.7	0.5614	0.6368
6	0.3	0.7	0.2175	0.3135
7	0.2	0.8	0.1586	0.7446
8	0.5	0.5	0.3992	0.4206
9	0.8	0.2	0.7289	0.1672
10	0.8	0.2	0.7317	0.1642
11	0.2	0.8	0.1824	0.6821
12	0.3	0.7	0.2111	0.6170
13	0.5	0.5	0.3991	0.4206
14	0.1	0.1	0.0658	0.0656
15	0.5	0.5	0.3802	0.4207

Las salidas mostradas en la tabla son los resultados obtenidos del microcontrolador. Este sistema, tiene condiciones que simulan el movimiento de un motor. Las salidas funcionan de la siguiente manera. Si el valor del motor es mayor a 0.5, se despliega un valor analógico que va del 0 al 255. Esto indica que el motor está girando a distintas velocidades hacia adelante. De la misma manera, si el valor de la salida es menor a 0.5, indica que el motor está girando en reversa, a distintas velocidades. Cuando el valor es igual a 0.5, el motor se encuentra apagado.

Además de lo anterior, se cuenta con un programa, realizado en MATLAB con el cual es posible calcular los mismos valores capturados en la tabla, es decir que este método está comprobado por ambas consolas.

6. Conclusiones

Con la realización de este proyecto, se aprendieron distintas tópicos sobre las redes Neuronales, dentro de los cuales se puede rescatar lo siguiente:

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que el sistema tiene una funcionalidad aceptable. Se puede decir que se obtuvieron los valores muy cercanos a los esperados. Lo más importante, fuera del aprendizaje relacionado con las redes neuronales, es la aplicación de distintos sistemas para poder realizar la simulación física del sistema.

El sistema fue pensado para un propósito en específico, pero puede tener muchas aplicaciones. El trabajo presentado para fines de la materia es didáctico, sin embargo basándose en el diseño creado, puede ser utilizado como un controlador para desplazamiento y alimentación de granjas acuícolas. La función principal del sistema se basó en simular la alimentación por voleo, aplicando una red Off-line.

Se pudo concluir también que existen aún más campos donde se puede hacer uso de las redes neuronales, solamente es cuestión de analizar de manera correcta la función que se quiere realizar y ver la manera de desarrollar el proyecto.

7. Recomendaciones

El sistema puede ser utilizado tanto dentro como fuera del estanque. Sería de suma trascendencia el agregar la funcionalidad de que el sistema sea capaz de realizar el sensado de distintas variables físicas controlables dentro del sistema, por lo cual, es importante tomar a cabo las limitaciones finales del proyecto y sobretodo, conocer los alcances que este dispositivo puede llegar a tener.

Se recomienda el uso de distintos sensores y actuadores para que, en vez de presentar al sistema de manera didáctica, pueda presentarse como un prototipo funcional, de esta manera, sería más fácil y productiva la demostración del sistema en general.

Por último, se recomienda realizar un entrenamiento neuronal con más épocas, para poder disminuir adecuadamente el error obtenido.

Referencias

- [1] Jürgen Schmidhuber. Deep learning in neural networks: An overview. *Neural networks*, 61:85–117, 2015.
- [2] Michael Nielsen. How the backpropagation algorithm works. *Neural networks and deep learning. Determination Press*, 2015.
- [3] Ludwing Delgado, Álvaro Palácios, and Evenor Martínez. Efecto de la presencia de flóculos sobre el crecimiento en juveniles de camarones blancos del pacífico *litopenaeus vannamei* en sistemas intensivos en condiciones experimentales. *Universitas (León). Revista Científica de la UNAN-León.*, 6(1):103–111, 2015.
- [4] Ifad Fao. Wfp (2014). *The state of food insecurity in the world*, page 12, 2014.
- [5] SIAP SAGARPA. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. *Base de datos en línea. Consultado en septiembre del*, 2013.
- [6] Dileep Kumar Appana, Mohammad Wajih Alam, and Bigyan Basnet. A novel design of feeder system for aqua culture suitable for shrimp farming. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 9(4):199–212, 2016.
- [7] Mirza Cilimkovic. Neural networks and back propagation algorithm. *Institute of Technology Blanchardstown, Blanchardstown Road North Dublin*, 15, 2015.
- [8] Zachary C Lipton, John Berkowitz, and Charles Elkan. A critical review of recurrent neural networks for sequence learning. *arXiv preprint arXiv:1506.00019*, 2015.
- [9] Anh Nguyen, Jason Yosinski, and Jeff Clune. Deep neural networks are easily fooled: High confidence predictions for unrecognizable images. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 427–436, 2015.
- [10] Kelvin Xu, Jimmy Ba, Ryan Kiros, Kyunghyun Cho, Aaron Courville, Ruslan Salakhudinov, Rich Zemel, and Yoshua Bengio. Show, attend and tell: Neural image caption generation with visual attention. In *International conference on machine learning*, pages 2048–2057, 2015.
- [11] Gao Huang, Guang-Bin Huang, Shiji Song, and Keyou You. Trends in extreme learning machines: A review. *Neural Networks*, 61:32–48, 2015.

Cd. Obregón Sonora, primeros pasos hacia una ciudad inteligente.

José Luis Beltrán M.^{1,*}, Rigoberto Anguiano A.^{2,*}, Clemente Grijalva², Juan Eduardo Aguilar A²

¹Ingeniería en sistemas computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Sonora, México

²División de arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Sonora, México

*e-mail: lbeltran@itesca.edu.mx; ranguiano@itesca.edu.mx

Resumen: *El presente trabajo comienza con el estado del arte de smart city, desde el concepto hasta características de las ciudades inteligentes actuales como Barcelona, por ejemplo; adicionalmente al estado del arte se menciona también las métricas para medir el avance de la ciudad en los indicadores claves, así como una propuesta conocida como hoja de ruta usada para diseñar e implementar los planes estratégicos que llevarán a la ciudad a convertirse en una smart city, un resumen de las fortalezas de ITESCA y como pueden aprovecharse para apoyar al municipio en dicho proceso, y por último una propuesta original y económica que permitirá a la ciudad incursionar en el grupo de las ciudades inteligentes.*

Palabras clave: Smart city, hoja de ruta, city protocol, cd. Obregón.

Abstract: *The present work begins with the state of the art of smart city, from the concept to characteristics of modern smart cities such as Barcelona, for example; In addition to the state of the art, the metrics to measure the progress of the city in the key indicators are also mentioned, as well as a proposal known as the roadmap used to design and implement the strategic plans that will lead the city to become a smart city, a summary of the strengths of ITESCA and how they can be used to support the municipality in this process, and finally an original and economic proposal that will allow the city to venture into the group of smart cities.*

Keywords: smart city, Roadmap, city protocol, cd. Obregón.

1. Introducción

Solo el 5% del planeta es habitable (tanto urbano como agrícola). Mientras que el 29% de esta tierra está hecha de tierra, las ciudades ocupan el 3% de esta tierra total. En otras palabras, las ciudades representan el 0.9% de la superficie de la tierra. Finalmente, los edificios ocupan entre el 70% y el 80% de cada ciudad, donde nosotros, humanos, pasamos el 87% de nuestra vida! [1](#)

Por lo tanto, los edificios, como un porcentaje tan pequeño del planeta, son responsables de grandes impactos. Algunos de los cuales son negativos! Los edificios consumen el 75% de la electricidad mundial, el 40% del uso de energía global, son responsables del 40% de las emisiones totales de GEI (Gases de Efecto Invernadero), consumen el 25% del suministro mundial de agua y generan el 40% del total de desechos sólidos, etc.

El objetivo de las ciudades es proporcionar a las personas un entorno seguro, productivo y próspero para

vivir, trabajar y disfrutar.

Existe una fuerte relación entre ciudades y edificios. Una relación que puede ser tanto positiva como negativa. Si podemos crear sinergia y armonía entre los dos, podemos crear una relación constructiva, una relación de valor mutuo (comúnmente conocida como relación simbiótica).

Dos mundos que solían estar separados se fusionan o se unen más que nunca y más rápido que nunca: el espacio físico urbano y el espacio digital urbano. Tal aceleración es una oportunidad para asegurar que ésta relación pueda ser mutuamente beneficiosa.

Esto está siendo acelerado y es posible debido a muchas variables y evoluciones. La digitalización está forzando un cambio en cómo pensamos, diseñamos, construimos y operamos edificios y más y más ciudades.

La integración es lo siguiente. Integración de todos estos sistemas pero también integración entre industrias, ciudades y entre ciudadanos. Aquí es donde obligamos a las cosas a pasar de tontas a inteligentes. De reactivo a proactivo. De descriptivo a predictivo.

Una ciudad inteligente y sostenible es una ciudad innovadora que utiliza las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de la operación urbana, servicios, y la competitividad; asegurando al mismo tiempo, las necesidades de las generaciones presentes y futuras, los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales.

1.1. Dimensiones de una ciudad inteligente

Las Dimensiones Inteligentes de una ciudad, nos dicen acerca del nivel de inteligencia de una ciudad analizada, ver figura 1.

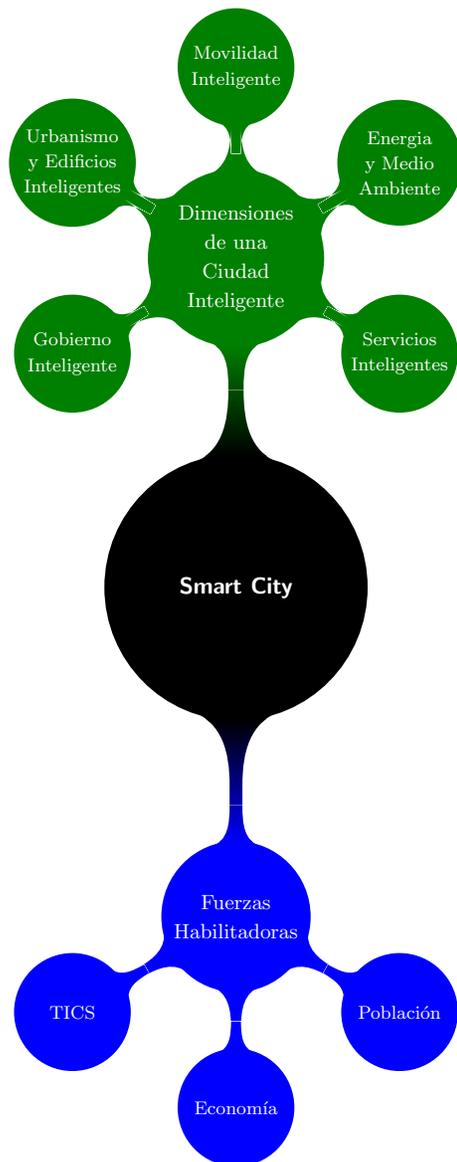


Figura 1: Dimensiones de Smart City

Enseguida los indicadores más usados para medir la inteligencia de una ciudad.

1.1.1. Gobierno inteligente

Gobierno Inteligente: es una medida de las políticas y del desempeño de servicios que el municipio ofrece y la participación del ciudadano en la creación de las políticas y procesos administrativos.

1.1.2. Urbanismo y edificios inteligentes

Urbanismo y edificios inteligentes: Consiste en la eficiencia energética, la planificación del uso sostenible del suelo urbano, las normas y leyes que favorecen el desarrollo sostenible.

1.1.3. Movilidad inteligente

Movilidad inteligente: Busca la calidad, eficiencia y servicio del transporte público y el uso de la multimodalidad.

1.1.4. Energía y medio ambiente

Energía y medio ambiente: Reducción del impacto ambiental, energía limpia, producción local de energía, gestión ambiental, disminución del consumo de recursos naturales, eficiencia en la distribución de la red.

1.1.5. Servicios inteligentes

Servicios inteligentes: Digitalización de ofertas públicas y privadas, asociaciones e iniciativas ciudadanas, servicios urbanos de agua, electricidad, gas, alcantarillado, comunicaciones y educación

1.2. Fuerzas habilitadoras

Son los elementos facilitadores de la implementación de la Smart City.

1.2.1. Población

Población: Todo público urbano debido a la importancia que tiene una sociedad activa y participativa en el proceso de transformación de la ciudad, análisis del tamaño de la población, edad, nivel educativo y tendencias demográficas

1.2.2. Economía

Economía: Conforman la base de una ciudad inteligente, debe considerar nuevas formas de gestión, colaboración, financiación de proyectos, iniciativas de innovación e índices de desarrollo económico

1.2.3. Tecnologías de información y comunicaciones

Tecnologías de información y comunicaciones: Su valor radica en el nuevo uso que las personas, las empresas y el gobierno les asignan, este cambio en la gestión de la ciudad requerirá de la coordinación y colaboración de las partes interesadas, es decir de los sectores público y privado, las universidades, los centros de investigación y los ciudadanos.

1.3. Nivel de desarrollo de la ciudad inteligente

La madurez de una ciudad inteligente puede determinarse si existe un plan maestro que involucre a ciudadanos, negocios y una estrategia de gobierno basada en datos ubicuos y abiertos integrados. [2](#)

Las ciudades tienen diferentes niveles de madurez que pueden ser interpretados como dispersos, integrados y conectados.

Dispersas ciudades que están en la implementación de proyectos y sistemas inteligentes.

Integradas coordinadas en la búsqueda de la concordancia de la gestión de proyectos inteligentes, ejemplo Amsterdam.

Conectadas iniciativas inteligentes forman parte de un plan maestro global de la ciudad a través de un modelo de gobierno que involucra a ciudadanos y empresas, ejemplo Barcelona.

Las ciudades pueden conectarse con diferentes niveles de digitalización, dando indicadores que nos permitan medir el desarrollo de un lugar específico.

Datos abiertos presentes en el nivel escaso de una ciudad inteligente. A través de los datos abiertos el ciudadano obtiene datos de sitios web, esta es una solución genérica debido a que no satisface las necesidades individuales de los ciudadanos.

Información valiosa necesaria para avanzar hacia el nivel integrado de la ciudad, la información es fácil

de encontrar y utilizarse para favorecer los procesos empresariales

Información ubicua se relaciona directamente con el nivel de conexión de la ciudad, y se obtendría en cualquier punto de la ciudad. La información llega a las personas sin necesidad de buscar. Está organizado como plataformas abiertas, seguras y públicas

2. Concepto de ciudades inteligentes

Para simular un escenario tentativo en una ciudad inteligente (como agregar un territorio a la ciudad) es necesario tener como precondition el modelo de la ciudad; es decir, una abstracción estructural de la ciudad, pero que debe describir las características más importantes de la ciudad, así como las interacciones entre ellas.

El término ciudades inteligentes tiene una historia relativamente corta. Las compañías de tecnología (TI) lo popularizaron alrededor del 2006, cuando se popularizaron los términos de casas inteligentes, edificios inteligentes y distritos inteligentes. Como dice Charbel Aoun “En los problemas urbanos, las TI buscaban al principio los problemas, mientras que hoy ya están buscando las soluciones”.

En 2010, empresas de nueva creación pudieron producir soluciones rápidas a problemas urbanos específicos, y podían venderlos a individuos, o secciones de la ciudad. Sin embargo, la sostenibilidad de este enfoque, basada principalmente en programas independientes, es cuestionado por ser soluciones a la medida y no poderse aplicar de forma más general.

Muchas ciudades no pudieron o no quisieron invertir grandes cantidades, y experimentaron con propuestas de fuente abierta y de abajo hacia arriba. En este caso, los ciudadanos podrían ver la difusión de las aplicaciones urbanas en sus propios teléfonos inteligentes. Paralelamente, grandes empresas lograron instalar sistemas inteligentes costosos, pero más integrados en ciudades ricas, como Singapur o Abu Dhabi.

Las ciudades inteligentes se convertirán en importantes campos de inversión en los próximos años.

Podemos aprender mucho sobre el diseño y la gestión de ciudades inteligentes entendiendo el diseño y funcionamiento de autos inteligentes y edificios inteligentes. Los autos inteligentes son productos masivos. Los edificios inteligentes son prototipos individualizados que contienen productos inteligentes en masa. Y las

ciudades inteligentes lo incluyen todo.

2.1. Autos inteligentes

El auto es un consumidor de energía dinámico.

Si se comprende el propio automóvil, se puede comprender mejor el rol y el potencial de la ciudad inteligente.

A principios del siglo XX, el automóvil tenía solo un elemento autónomo: el motor. El conductor controló la aceleración con sus pies. Y todo el control vino del sistema cognitivo humano. A principios del siglo XXI muchos más componentes del automóvil se han automatizado o bien ahora se están contemplando automatizar, entre ellos: el motor, las ruedas, los cinturones de seguridad, el sistema de navegación, los sensores de luz y lluvia, las bolsas de aire, los asientos, el sistema de frenado, etc.

El resultado fue una conducción más segura y menos lesiones y muertes. Sin embargo, el humano todavía estaba en control total del sistema del automóvil en general.

Con el desarrollo del vehículo autónomo, el papel del humano en la conducción del automóvil está disminuyendo.

La esperanzas son que el conductor humano puede ser protegido del trabajo agotador de rutina y situaciones peligrosas y enfocarse en actividades más importantes. Se gastan miles de millones en investigación para desarrollar esos vehículos para el mercado global.

Pocas personas entienden la totalidad de los sistemas y la cooperación de los sistemas en un automóvil inteligente, y se necesitan equipos especializados para mantenerlos y repararlos. Los autos inteligentes son productos masivos y, por lo tanto, pueden manejarse y mantenerse En una forma similar.

Los modelos más nuevos están constantemente conectados a internet y puede ser monitoreado en todos los aspectos por la compañía productora de automóviles para mejorar su rendimiento.

2.2. Edificios inteligentes

El edificio es un consumidor de energía estático.

Si se comprende el edificio inteligente, se puede comprender mejor el rol y el potencial de la ciudad inteligente.

Cada habitación, cada apartamento, cada edificio es un prototipo de edificio inteligente. Comencemos con una habitación inteligente. Consiste en elementos físicos fijos como paredes, pisos y techos. Hay elementos móviles, como puertas y ventanas. Y hay una gran cantidad

de otros objetos en una habitación dependiendo de la función. Esos objetos van desde sillas, mesas, sofás, a aparatos de cocina, televisores y computadoras. En el futuro, todos ellos tendrán sus propias especificaciones y sensores formando internet de las cosas que nos rodean.

Para pasar de la habitación inteligente a la casa inteligente (o departamento), hay que ver la definición del Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido para una casa inteligente a partir de 2003 es la siguiente “Una vivienda que incorpora una red de comunicaciones que conecta los electrodomésticos y servicios clave y les permite ser controlados, monitoreados o accedidos remotamente ”.

Como consecuencia, se instalaron una gran cantidad de sensores y se conectaron a través de un servidor doméstico central que, a su vez, está conectado a internet. Algunos ejemplos son sensores de fuga de gas, sensores de humo, sensores de viento y lluvia, sensores de movimiento, detectores IR inalámbricos, sensores de imán de puerta, cámaras controladas a distancia, sistemas de videoporteros, interruptores de luz, tomas de corriente, ventanas inteligentes y puertas inteligentes. Los ejemplos más recientes incluyen medidores inteligentes, control de luz inteligente, sensores ambientales externos, termostatos, seguridad adicional sensores y alarmas, cortinas inteligentes, dispositivos de sombreado inteligente, etc.

Las puertas inteligentes del garaje controladas desde el automóvil que se acerca había sido una conexión entre el coche inteligente y el hogar inteligente durante bastante tiempo.

Después de 2010, los termostatos de aprendizaje se volvieron bastante populares. Prometieron reducir directamente las facturas de energía de una casa típica. Siguen el programa diario de los ocupantes y ajustan el suministro de calor en consecuencia.

Están en constante conexión con los teléfonos inteligentes de los ocupantes y así puede detectar automáticamente cuando están en camino a la casa. En paralelo, la automatización de oficinas y la automatización de edificios de oficinas avanzaron.

Los sistemas avanzados se construyen sobre la electricidad existente cableado para acceder y controlar objetos conectados a la red. Control de temperatura, control de humedad y control de nivel de iluminación conectado a los sensores correspondientes son ejemplos de controles inteligentes.

2.3. Analogía entre autos/edificios inteligentes y ciudades inteligentes

Pasar del edificio inteligente a la ciudad inteligente, las cosas se vuelven más complicadas y más complejas.

Hay analogías entre el edificio inteligente y la ciudad inteligente, y por lo tanto, el edificio inteligente es un buen lugar para practicar el funcionamiento y las posibles complicaciones de una ciudad inteligente.

¿Cuáles son las analogías?

¿Cómo podemos comparar el edificio inteligente y la ciudad inteligente?

Comodidad En el edificio, estamos protegidos de los elementos y por lo general se mueven en un entorno que nos permite concentrarnos en nuestras tareas, ya sea trabajo o recreación. En la ciudad inteligente, es más difícil crear un entorno similar, y se necesita un mayor grado de control.

En las ciudades de alta densidad donde el departamento individual es pequeño, los espacios públicos en particular, pueden convertirse en extensiones de la casa. A veces incluso pueden asumir el papel de la sala de estar. Este espacio de vida urbano compartido necesita más controles inteligentes para la habitabilidad ya que es compartida por muchas más personas que un hogar.

Seguridad Un apartamento moderno tiene características de seguridad, que van desde la puerta y la ventana sensores, detectores de humo, detectores de monóxido de carbono, alarmas contra robo, sistemas de rociadores y salidas de emergencia. La ciudad inteligente debe garantizar la seguridad de sus ciudadanos. Esto tiene más dimensiones que la seguridad del edificio inteligente. Se trata del diseño de espacios públicos que mejoran la sensación de seguridad de las personas. Y también es importante proporcionar servicio; seguridad en caso de emergencia e interrupción a través de la ciudad interna o eventos externos; infraestructura inteligente y distribuida; seguridad del transporte; comunicación; y ciberseguridad.

Rendimiento Si olvidamos apagar el termostato al salir de casa, esto afectará nuestra factura de energía. Un sistema de energía inteligente podrá evitar esto ajustando los controles automáticamente. Si la ciudad pierde continuamente agua por fugas en la infraestructura del agua, afectará severamente a todos los ciudadanos. Esta es la razón por la cual

las ciudades imponen criterios de desempeño. Y las ciudades inteligentes automáticamente intentarán maximizar el rendimiento con un mínimo de costo. Esto incluye programas de mantenimiento inteligente y actualizaciones inteligentes de todos los sistemas en intervalos de tiempo que pueden calcularse con anticipación.

Estética Cada persona tiene un sentido de estética y se siente más cómodo y productivo en una arquitectura de alta calidad. Esto no es necesariamente más costoso, pero necesita más pensamiento por delante. El arquitecto romano Marcus Vitruvius Pollio dio una definición atemporal de alta calidad y buena arquitectura. Hace 2,000 años “*firmitas, utilitas y venustas*”, (fuerza, utilidad y belleza). La arquitectura de alta calidad es intrínsecamente inteligente y puede hacerse aún más cómodo con tecnología inteligente no intrusiva. En analogía, el diseño urbano de alta calidad es nuestro objetivo para las ciudades inteligentes.

Los autos inteligentes, los edificios inteligentes, las calles inteligentes, la infraestructura inteligente todos son parte del mismo sistema inteligente. Cada salida, cada una de estas partes, produce, se convierte en entrada para los otros sistemas. No están organizados en una jerarquía sino en una red. Esto significa que si uno de los componentes es más inteligente tendrá un impacto positivo en todo el sistema y no solo en el siguiente nivel en la jerarquía, si existe. A la inversa, esto significa que partes no inteligentes de la ciudad inteligente puede reducir el rendimiento, la seguridad y la calidad de vida de todo el sistema.

Consumidores de energía intensivos en la mayoría de las ciudades: la construcción y el transporte privado. Tener edificios inteligentes con menor consumo de energía mejorará la temperatura y la calidad del aire, no solo en el edificio, sino también en el entorno urbano circundante. Tener autos eléctricos inteligentes eliminará casi todas las emisiones de escape locales y reducir drásticamente las emisiones de ruido, aumentando así la calidad de vida en la ciudad. La ciudad inteligente podría incluso protegerse de los impactos negativos de sus componentes detectando automóviles de alto consumo o desperdicios de energía, mejorando el confort urbano.

2.4. Diferentes definiciones de ciudades inteligentes

2.4.1. Switzerland

“Smart City no es una nueva etiqueta, pero describe un compromiso cada vez más profundo para la expansión de actividades y proyectos existentes de una ciudad innovadora. Lo definimos como una ciudad que ofrece a sus habitantes una máxima calidad de vida con un consumo mínimo de recursos basado en la interconexión inteligente de infraestructura, tales como transporte, energía, comunicación en diferentes niveles jerárquicos, como edificios, distritos y toda la ciudad. Una ciudad inteligente no necesariamente usa la tecnología de la información, sino que puede usar mecanismos pasivos de autorregulación y que tienen un rendimiento similar a las ciudades con mecanismos de TIC. ”

2.4.2. Anthony Townsend

“Para los gigantes de la industria de la tecnología, Las ciudades inteligentes son soluciones para los diseños tontos del siglo pasado para prepararlos para los desafíos de la próxima. Una nueva revolución industrial para lidiar con las consecuencias no deseadas de la primera.

Congestión, calentamiento global, disminución de la salud, todo puede simplemente computarse fuera de escena; sensores, software, redes digitales y controles remotos automatizarán las cosas que ahora operamos manualmente.

Donde ahora hay desperdicio, habrá eficiencia.

Donde hay volatilidad y riesgo, habrá predicciones y advertencias tempranas.

Donde hay crimen e inseguridad, habrá ojos vigilantes.

Esta revolución espera arrebatar el control de las ciudades de tamaño antes impensable, 10, 20, 50 o incluso 100 millones de personas. ”

2.5. Modelo de una ciudad inteligente

Un modelo de ciudad es básicamente la virtualización de una ciudad.

Es importante mencionar que las ciudades son los objetos más complejos creados por el hombre, y que su complejidad continua creciendo día con día, debido a que la mayoría de las interacciones son humanas y dinámicas, como por ejemplo: un cambio de domicilio de ciudadanos locales, o bien la migración o arribo de refugiados.

2.5.1. Nuevas Tecnologías

El uso de las nuevas tecnologías de información, así como el big data (análisis de la información), puede incrementar la capacidad de modelar a una ciudad. ³

URL del sitio *Smarter Cities Challenge* que es una iniciativa de *IBM Citizenship* que aporta la tecnología de IBM y las habilidades y experiencia de los equipos de expertos de IBM para abordar los principales desafíos que enfrentan las ciudades de todo el mundo.

<https://www.smartercitieschallenge.org/>

<http://wcr.unhabitat.org/wp-content/uploads/2017/02/WCR-2016-Full-Report.pdf>

2.6. Simulación de una ciudad inteligente

El propósito de modelar una ciudad, es la simulación de la misma, imitando los procesos del mundo real.

Cuando se requiere evaluar diferentes propuestas, es conveniente la simulación de los mismos, de esta forma se seleccionará el mejor escenario; como por ejemplo: un cambio en la operación de semáforos, selección de ejes viales, selección de lugares para crecimiento de la ciudad, etc.

En general, el tiempo de reacción de los servicios urbanos será más corto, y el uso de la infraestructura urbana cambiará de una manera mucho más rápida que antes. Las reglas prescriptivas estáticas serán reemplazadas mediante un asesoramiento dinámico que se calcula en tiempo real desde los dispositivos de Smart City. Esto cambiará la aplicación de la ley, y en el mejor de los casos necesita menos necesidad de hacer cumplir.

Algunos ejemplos paso a paso:

- En el primer paso, las ciudades instalan sensores urbanos, que producen datos o retroalimentación visual en situaciones que de otro modo serían difíciles de obtener.
- Contar el paso de automóviles en las calles de la ciudad o detectar espacios de estacionamiento desocupados son aplicaciones típicas.
- Incorporación de la bicicleta, con el objetivo de reducir el uso de energía fósil y la contaminación atmosférica. Lo que obliga a reservar carriles especiales para las bicicletas.
- Percibir la disponibilidad de restaurantes y tiendas.
- Sistemas electrónicos de precios de carreteras, con la intención de reducir la congestión y el aire contaminado durante las horas pico de tráfico.

- Barrios Autosuficientes, modelo de construcción y rehabilitación de edificios y manzanas a partir de nuevos principios de gestión, diseño y financiación de las redes urbanas, que permita una autonomía energética y una gestión más sostenible, basándose en la incorporación de cubiertas solares, usos mixtos, calefacción conjunta para el barrio, reciclaje del agua y utilización de vehículos eléctricos como propuestas más destacables

Una herramienta open source para hacer un análisis rápido de una ciudad es (Quick Urban Analysis Kit):

<https://qua-kit.ethz.ch/>

3. Métricas e indicadores de smart city

Las métricas deben medir el grado de eficiencia y calidad de las ciudades a partir de indicadores que evalúen aspectos estructurales, funcionales, metabólicos y sociales de la ciudad en el corto, medio y largo plazo.

Barcelona cuenta con el **City Protocol**, que es una iniciativa que incorporará ciudades, empresas y centros de conocimiento líderes en el desarrollo y la transformación urbana, con el fin de crear un estándar de evaluación mundial. Esta propuesta es prioritaria de cara a definir futuros modelos, propuestas, proyectos y soluciones.

<http://cityprotocol.org/>

El City Protocol tiene cinco objetivos básicos: 

- Facilitar y fomentar una nueva ciencia de las ciudades
- Establecer un marco de cooperación entre el gobierno municipal, las empresas, las universidades y las organizaciones
- Dirigir y preparar el futuro de las ciudades
- Comprender las fuerzas motrices comunes de la evolución urbana y encontrar espacios comunes de solución para cambiar las reglas de juego
- Encontrar oportunidades económicas innovadoras y sinergias, y ofrecer productos y servicios de valor añadido.

Los indicadores clave de desempeño deben ser:

- Exhaustivos
- Comparables

- Disponibles
- Independientes
- Sencillos/simples
- Oportunos

Los principales indicadores de desempeño de una smart city son:

- Tecnología de Información y Comunicación
- La sostenibilidad ambiental
- Productividad
- Calidad de vida
- La equidad y la inclusión social
- La infraestructura física

3.1. Tecnología de información y comunicación

Se concentra en la infraestructura de las TIC, que es la base para otras soluciones TIC y promociones inteligentes y sostenibles. La infraestructura de las TIC incluye:

- La red y el acceso
- Plataformas de servicios e información
- Seguridad de la información y privacidad
- Campo electromagnético

3.2. La sostenibilidad ambiental

Examina el uso de las TIC y su impacto en las áreas ambientales clave. Se clasifica en cinco categorías:

- Calidad del aire
- Emisiones de CO2
- Energía
- Contaminación interior
- Agua, suelo y ruido

3.3. Productividad

La economía es el motor de la sociedad humana. Es necesario investigar si las smart city ayudan a preparar la bomba de la economía local. Mientras tanto, la innovación pesa cada vez más en la economía. El impacto de las TIC sobre esta dimensión se evalúa en cinco categorías:

- Inversión de capital
- Empleo formal/informal
- Inflación
- Comercio
- Ahorro

3.4. Calidad de vida

Esta dimensión descubrirá si las TIC están ayudando a la gente a conseguir una vida mejor. Se muestrea principalmente en cuatro sectores:

- Educación
- Salud
- Protección/seguridad en un lugar público
- Comodidad y confort

3.5. La equidad y la inclusión social

El gobierno y el servicio público tienen una gran influencia en el desarrollo social. Esta dimensión descubrirá si las TIC están ayudando a mejorar la armonía social y la eficiencia administrativa. El impacto de las TIC en esta dimensión se muestrean en cuatro sectores:

- Desigualdad de ingreso/consumo
- Inequidad social y de género del acceso a los servicios y la infraestructura
- Transparencia y participación pública
- Gobierno

3.6. La infraestructura física

- Infraestructura/conexión a los servicios de agua conducida por tuberías
- Infraestructura/conexión a los servicios de aguas residuales

- Infraestructura/conexión a los servicios de electricidad
- Infraestructura/conexión a los servicios de gestión de residuos
- Infraestructura/conexión a los servicios de infraestructura del conocimiento (Internet)

4. Hoja de ruta para la smart city

La implementación del modelo de Smart City es compleja, porque afecta prácticamente a todos los servicios de la ciudad, requiere una visión transversal e integrada, implica transformaciones de las infraestructuras urbanas e implica cambios en los modelos de gestión.

Esta complejidad requiere de un trabajo de reflexión y planificación, la definición de una estrategia que se materializa en la elaboración de la Hoja de Ruta, que ha de establecer los pasos necesarios, las actividades a desarrollar, los actores involucrados, el calendario y las fuentes de financiación. [2]

Las ciudades referentes en el ámbito de Smart City han priorizado sus actuaciones en función de su idiosincrasia.

[6] [7]

Todas estas iniciativas tienen como objetivo avanzar hacia una ciudad más sostenible y eficiente desde el punto de vista económico y medioambiental, si bien, su desarrollo ha tenido en cuenta las prioridades críticas de cada ciudad, el punto de partida y el ecosistema existente de empresas privadas y públicas involucradas. [8]

Todas estas consideraciones deben quedar reflejadas en la Hoja de Ruta, con los siguientes puntos clave:

Especificidad: única para cada ciudad

Plazos: cronograma de resultados esperados

Colaboración: identificación de los implicados

Independencia: debe ir más allá de las administraciones de las ciudades; es decir, debe tener independencia política.

Innovación: tropicalizar y agregar aspectos originales en el objetivo de la visión de la ciudad

4.1. Fases de elaboración de la Hoja de Ruta

Definición de la misión, la visión y los objetivos :

- Prioridades políticas de la ciudad

- Estrategias de desarrollo a largo plazo
- Desarrollo de una infraestructura apropiada de la ciudad
- Los objetivos deben ser factibles y deben llevar asociados indicadores que permitan su seguimiento y análisis.

Análisis de la situación de la ciudad: Identificar los actores relevantes de la ciudad y análisis de los recursos que se disponen para las acciones a realizar.

Caracterización y posicionamiento de la ciudad: análisis de fortalezas y debilidades de la ciudad, así como retos y oportunidades

Benchmarking de experiencias internacionales: resumen de las experiencias internacionales

Elaboración del Plan de Acción: Establecimiento de un plan maestro de acciones factibles ordenadas en orden cronológico y jerárquica para la transición.

Impulso del ecosistema colaborativo: formar un ecosistema colaborativo de las entidades implicadas en el desarrollo de la ciudad: universidades, empresas, gobierno y ciudadanía.

Estudio econom. finan. y modelo de financiación: Logro de consenso y apoyo para la implementación de la visión y objetivos de ciudad, se requiere financiación adecuada, así como establecer un objetivo claro de retorno de la inversión desde el punto de vista económico, medioambiental y social.

Definición del marco de gestión de proyectos: la ciudad debe establecer un equipo de gestión de proyectos, cuyo objetivo será coordinar la comunicación y los esfuerzos entre los equipos modulares, gestionar el progreso de los proyectos, mantener la visión integral y minimizar los riesgos e impactos entre las distintas iniciativas.

Revisión del marco actual de contrat. de servicios: revisión de las bases de la contratación pública, como por ejemplo la recolección de basura

Implementación de las medidas: La ejecución debe llevarse a cabo de acuerdo con el Plan de Acción.

Evaluación y análisis de los resultados: los resultados deben ser registrados, medidos y analizados para identificar las mejoras conseguidas por las distintas iniciativas en contraste con la situación de partida.

5. ITESCA

Itesca está en posibilidades de apoyar al municipio de Cajeme en la cuestión de smart city, ya que cuenta entre sus licenciaturas y maestrías las especialidades indicadas en la implementación de las diferentes dimensiones de Smart City.

Itesca cuenta con:

Electrónica necesaria para la sensorización de la ciudad y la red eléctrica

Computación necesaria para el internet de las cosas, y los algoritmos necesarios para darle inteligencia a la smart city

Mecánica mecanismos necesarios para automatizar ciertos procesos

Arquitectura necesaria para el diseño de la urbanización y la estética de la ciudad

Administración necesaria para administrar los recursos y planeación estratégica

Ambiental necesaria para evaluar el impacto ambiental de los proyectos

Maestrías necesarias para proyectos innovadores

6. Propuesta para lograr comunicación entre los individuos inteligentes y un gobierno inteligente

6.1. Contexto

Una ciudad inteligente y sostenible es una ciudad innovadora que utiliza las tecnologías de la información y la comunicación y otros medios para mejorar la calidad de vida.

Convertir una ciudad tradicional en una ciudad inteligente, es una idea atrayente por las ventajas de gobernabilidad y del incremento en la calidad de vida a los habitantes; pero sensorizar las condiciones de la infraestructura de servicios públicos de una ciudad, es demasiado costoso.

La participación del ciudadano común en la toma de decisiones de un gobierno, es una acción recomendada para las ciudades inteligentes, ya que si queremos un gobierno inteligente, es conveniente tomar en cuenta a los ciudadanos que realizan aportaciones inteligentes; sin

embargo, se requiere la presencia física de los ciudadanos en un momento y un lugar determinado.

Con el uso de tecnologías móviles e inteligentes, es posible utilizar a los ciudadanos para informar de problemas con los servicios públicos, como por ejemplo: baches, fugas de agua, etc., también es posible tener su opinión acerca de las decisiones para la operación de la ciudad.

6.2. Propuesta

La propuesta es una aplicación front-end para dispositivo móvil que interactúa con una aplicación back-end localizada en un servidor web que contiene un algoritmo basado en inteligencia artificial que tomara las aportaciones de cada usuario, y basado en tendencias y focalización de fallas y de opiniones genera eventos que se pueden traducir en ordenes de mantenimiento de fallas en el servicio público, avisos de molestia o aceptación de la población hacia una postura del gobierno. Además de la identificación de las cuadrillas exitosas en el mantenimiento de los servicios públicos, así como las cuadrillas que generan retrabajo. La aplicación servirá para solventar la falta de sensores reales, y ayudará a los ciudadanos a opinar en encuestas del gobierno, y por lo tanto ayudará al gobierno a conocer la opinión de sus gobernados y conocer el desempeño de los servicios públicos.

6.3. Justificación

Actualmente los gobiernos que hemos tenido en ciudad Obregón han dado muestras que no escuchan el sentir ciudadano y se genera ineficiencia gubernamental.

La única opción viable para la mayoría de las personas es hablar a la radio y por ese medio avisar de desperfectos y/o su opinión, sin embargo, la radio ha venido a menos y cada vez es menor el auditorio, además que es difícil que contesten.

Existen baches que son eternos, fugas de agua que duran días, focos fundidos que duran meses, basura que no se recolecta. Se espera que si se usa la aplicación, el desempeño de los servidores públicos se incremente, ya que se identificará plenamente quienes hacen bien y mal sus trabajos.

El gobierno conocerá la opinión de sus ciudadanos, ya que se enviarán encuestas a manera de notificaciones, que el usuario contestará para acumular puntos en la aplicación, que se podrán traducir en descuentos de los servicios públicos.

En lugar de poner miles de sensores con un gran costo inicial y de mantenimiento, se usaran a los miles de ciudadanos como detectores de irregularidades en el funcionamiento de la ciudad, y se obtendrán resultados similares, con una inversión moderada adecuada a las posibilidades del municipio de cajeme.

Comenzar la migración de una ciudad tradicional a una ciudad inteligente, con soluciones económicas y originales, al alcance de la economía de una ciudad mediana; en este caso, el objetivo es mejorar el desempeño del gobierno inteligente al interactuar con los ciudadanos inteligentes. Para lograr lo anterior, es necesario desarrollar una aplicación con algoritmos de inteligencia artificial, para gestionar las aportaciones de los ciudadanos mediante la interacción con una aplicación móvil y ayude al gobierno en la toma de decisiones basado en la participación de los ciudadanos.

6.4. Impacto

- El gobierno tendrá acceso en tiempo real al desempeño de los servicios públicos y podrá hacer correcciones a tiempo.
- El gobierno conocerá de forma directa y sin intermediarios que puedan distorsionar la realidad a su conveniencia, la opinión de la ciudadanía en cuanto a las decisiones tomadas.
- Se espera obtener beneficios similares a ciudades de primer mundo que ya han comenzado a convertirse en ciudades inteligentes.

6.5. Metodología inicial propuesta

- Formalizar la vinculación-cooperación entre el ayuntamiento y la universidad
- Realizar entrevistas con los encargados de realizar los servicios públicos, para realizar las consultas de acuerdo a su forma de trabajar.
- Establecer los casos de uso con los que se programará el sistema
- Hacer el análisis y diseño de el back-end y fron-end
- Diseñar el algoritmo de inteligencia artificial que presentará de forma inteligente los datos
- Programar
- Hacer pruebas
- Redactar Informes

7. Comentarios

El municipio de Cajeme con cabecera a cd. Obregón, actualmente no tiene un proyecto para convertirse en una ciudad inteligente, aunque si tiene antecedentes similares como lo fue el **Cajeme 2020**.

Cd. Obregón tiene muchos trámites electrónicos en su portal, lo cual es una característica importante, pero en cuestión de vialidad y acceso a internet tiene mucho trabajo por hacer.

Referencias

- [1] cjaoun. What makes a city a city?, December 2017.
- [2] CTecno (2012) - Buscar con Google.
- [3] Vera Bühlmann and Ludger Hovestadt. *A Quantum City*. Birkhäuser, Basel, June 2015.
- [4] ONU Habitat UN-Habitat. Urbanization and Development: Emerging Futures. Technical report, ONU, Nairobi, Kenya, 2016.
- [5] City Protocol, October 2017. Page Version ID: 103013055.
- [6] Robert J. Sampson. Urban sustainability in an age of enduring inequalities: Advancing theory and econometrics for the 21st-century city. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(34):8957–8962, August 2017.
- [7] Paolo Neirotti, Alberto De Marco, Anna Corinna Cagliano, Giulio Mangano, and Francesco Scorrano. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38:25–36, 2014.
- [8] Luis MA Bettencourt, Jos Lobo, and Deborah Strumsky. Invention in the city: Increasing returns to scale in metropolitan patenting. *Los Alamos National Laboratory technical Report LAUR-04-8798*, 2004.

El parcelamiento agrícola y trazo urbano de los pueblos yaquis y mayos por métodos geodésicos. 1887-1888

N. Marcial^{1,*}, B. García¹, J.M. Romero¹, L.A. Cuevas¹

¹Cuerpo Académico Arquitectura Sostenible y Gestión Urbana, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, México

*e-mail: mmarcial@itesca.edu.mx

Resumen: *El desconocimiento de gran parte del territorio nacional en el México independiente del siglo XIX, era un gran obstáculo para el desarrollo nacional, es hasta la época porfiriana que se inician en forma trabajos de exploración y de cartografía para conocer un territorio inmenso como el de la República Mexicana, mediante los trabajos de la Comisión Geográfica Exploradora. En dicha Comisión se integran Ingenieros con amplio conocimiento astronómico y cartográfico que establecen las bases para entender el territorio mexicano a través de la elaboración de mapas, cartas geográficas y trabajos de deslinde. Una parte de esa Comisión Geográfica Exploradora en 1887 se transforma en la Comisión Científica de Sonora, encargada de levantar las Cartas para el estado, deslindar terrenos para su aprovechamiento a particulares y parcelamiento a pueblos indígenas en zonas de conflicto bélico como el valle del yaqui. Entre 1887 y 1888 se realizaron levantamientos para definir las superficies correspondientes a cada pueblo del valle del yaqui y valle del mayo, mismos trabajos que han perdurado hasta la actualidad, tanto en la lotificación agrícola como en un trazo urbano mucho más adecuado al clima regional.*

Palabras clave: Comisión Geográfico Exploradora, Cartografía, trazo urbano, Geodesia, Meridiano de México.

Abstract: *The unknowing of a large part of the national territory in the independent Mexico of the 19th century, was a great obstacle to national development, it is until the Porfirian era when the exploration and cartography began to explore an immense territory such as the Mexican Republic, through the work of the Exploratory Geographical Commission. In this Commission, engineers with wide astronomical and cartographic knowledge were integrated to establish the bases to understand the Mexican territory through the elaboration of maps, geographic maps and demarcation works. A part of the Exploratory Geographical Commission in 1887 is transformed into the Scientific Commission of Sonora, responsible for raising the charts for the state, demarcate land for private use and parcelamiento to indigenous peoples in areas of warlike conflict such as the Yaqui Valley. Between 1887 and 1888 surveys were carried out to define the areas corresponding to each town of the Yaqui Valley and the Mayo Valley, works that have lasted until now, both in the agricultural subdivision and in an urban layout much more suited to the regional climate.*

Keywords: Geographic Exploratory Commission, Cartography, urban layout, Geodesy, Mexican meridian.

1. Introducción

Al término de la etapa colonial y en la búsqueda de estabilidad económica y social para la naciente nación, los diferentes gobernantes en el México Independiente tratan de estimular el Desarrollo en un país en donde la mayor densidad poblacional se presenta en el centro de la República, en poblaciones y propiedades que cuentan con cédulas reales que determinan más o menos sus dimensiones y linderos., por otra parte existe una gran porción de territorio tanto al norte como al sureste del país que está casi despoblado y no se conoce a ciencia cierta sus principales características en lo que respecta

a sus recursos naturales, su población y su superficie o territorio de manera precisa, o no se tiene la precisión necesaria para conocer a ciencia cierta las dimensiones de nuestro territorio nacional.

Tratando de estimular el aumento de población en esos lugares en la primera mitad del siglo XIX se decretan leyes para estimular la colonización en esos lugares tan lejanos al centro del país, con el afán de estimular el desarrollo regional y un enriquecimiento cultural. Acciones que de una manera u otra conducirán a la colonización por extranjeros en lugares como Coahuila, Chihuahua y lugares tan lejanos como Texas, que a la postre terminará con la pérdida de gran parte del territorio nacional ante

los Estados Unidos.

Con la pérdida de gran parte del Territorio ante los Estados Unidos se crea una Comisión para establecer los nuevos límites en donde entre 1848 y 1853 participaron Ingenieros como el Coronel Pedro García Conde egresado del Colegio de Minería y que en 1842 como director de Colegio Militar incluyó en el plan de estudios las materias de Astronomía y Geodesia, que junto con las de Cosmografía y Topografía formaron ingenieros militares bien preparados para el trabajo de campo y elaboración de mapas. Uno de esos ingenieros fue Agustín Díaz, quien en 1877 es nombrado director de la Comisión Geográfica Exploradora [1]. (Rodríguez & Ramos, 2007)

2. Desarrollo

Porfirio Díaz crea en 1877 la Comisión Geográfica Exploradora, CGE dependiente del Ministerio de Fomento, con la misión de: reconocer y explorar el Territorio Mexicano a través de “fijar astronómicamente los puntos más importantes de la república, a la vez que su latitud, aprovechando el paso por los conductores telegráficos, con el objeto de establecer bases para la gran triangulación de México” [2] (Blanco & Moncada, 2011), Levantar la Carta General de la República, explorar el territorio y dar a conocer la cuantiosa riqueza de su flora, fauna y recursos naturales [3] (Fernández Leal, 1897).

Es importante mencionar que el punto de partida para definir las latitudes fue el Meridiano de México. Durante gran parte del siglo XIX cada nación adoptó como primer meridiano el que pasa por su respectivo observatorio principal [4] (Mantecón, 1993), En México durante el siglo XIX se utilizaron varios puntos, tales como El Alcázar del Castillo de Chapultepec y la torre este de la Catedral Metropolitana de México [5] (Secretaría de la Defensa Nacional, 2010), que será tomada como base para los levantamientos posteriores en Sonora y de muchos otros lugares de la República. Ver figura 1.

Una de las características del trabajo de la CGE fue trabajar con observatorios ambulantes, pues, para reconocer el territorio, sus miembros viajaban, movilizandolos sus instrumentos. A lo largo de grandes recorridos, colectaban datos y observaciones geodésicas, astronómicas y barométricas de las regiones recorridas y situaban puntos en el espacio, como picos y serranías, para formar luego esquicios o itinerarios [6] (Cházaro García, 2009).

Es así que en 1887 se crea la Comisión Científica de Sonora al mando del Coronel Agustín Díaz quien



Figura 1: Torre este de catedral de México, base para la latitud de México

con un grupo de ingenieros militares son enviados al valle del yaqui con el objetivo de trazar y deslindar terrenos aledaños al río yaqui que tengan potencial para la agricultura y así dotarlos a indígenas y colonos y con ello contribuir al logro de la paz en la ya larga Guerra del Yaqui. Aprovechando la protección militar del cuartel militar en el poblado de Tórim, y mediante procedimientos geodésicos fijan una mojenera en las coordenadas $27^{\circ}34'40,7''$ latitud norte y $11^{\circ}05'54,3''$ longitud oeste, como punto de inicio para establecer los ejidos destinados a cada pueblo indígena del río yaqui: Cócorit, Bácum; San José, Vícam, Potam, Torim, Rahum y Huiviris (ver figura 2 y figura 3). Abriendo con ello la posibilidad de aprovechar el gran potencial agrícola del valle del río yaqui.

Utilizando un sistema geográfico trazan un cuadrilátero como territorio para cada uno de los ocho pueblos, estableciendo sus medidas en cinco grados de arco de paralelo para la latitud y cinco grados de arco de meridiano para la longitud (equivalentes a 9,233.38 ms. por 8230.87 ms.), a su vez dicho cuadrilátero lo subdividen en 25 secciones con medidas de un minuto por un minuto y en cada sección se trazan 100 parcelas con medidas de 1/10 de minuto tanto en latitud como longitud con una superficie de 3.04 hectáreas y dimensiones de 184.67 ms. por 164.67 ms. [7] (Molina, 1910). Ver figura 4 y figura 5.

El sistema utilizado para el trazo del cuadrilátero de Tórim, se replica para los demás pueblos del río yaqui Cócorit, Bácum, San José, Vícam, Pótam, Rahum y Huiviris y San Ignacio, San Pedro, Etchojoa, Huatabampo y Moroncárit en el río mayo.

Junto con el parcelamiento de cada pueblo es destinada una superficie para el fundo habitacional en un área de



Figura 2: Cuadriláteros asignados a cada pueblo del río yaqui, Fuente: Elaboración propia, utilizando las coordenadas obtenidas de la sembradura de lotes para cada pueblo obtenida de la Mapoteca Manuel Orozco y Berra, 2017.

POSICIONES GEOGRÁFICAS.

Mohoneras extremas.		Latitud Norte.	Longitud Oeste de México. (torre Este de Calatrán)
RÍOS.	Angulo NorOeste.....	27° 37' 00". 0	11° 07' 54". 3
	" SurOeste.....	27 32 00 . 0	11 07 54 . 3
	" SurEste.....	27 32 00 . 0	11 02 54 . 3
	" NorEste.....	27 37 00 . 0	11 02 54 . 3
PUZOS.	Angulo NorOeste.....	27 34 52 . 5	11 05 31 . 6
	" SurOeste.....	27 34 24 . 4	11 05 49 . 8
	" SurEste.....	27 34 08 . 1	11 05 18 . 2
	" NorEste.....	27 34 36 . 3	11 05 00 . 4
Monumento conmemorativo.....		27 34 40 . 7	11 05 54 . 3

VALOR LINEAL DE LOS ARCOS Á LAS LATITUDES EXTREMAS.

Latitud.	Arcos de meridiano.			Arcos de paralelo.		
	1"	3"	6"	1"	3"	6"
27° 32'	30 ^m 777 9	92 ^m 334	184 ^m 668	27 ^m 436 2	82 ^m 309	164 ^m 617
27° 37'	30. 778 3	92. 335	184. 670	27. 415 4	82. 246	164. 492

Figura 3: Detalle del cuadro de construcción del plano Registro de los lotes de sembradura de la Colonia de Tórim elaborado en 1888. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco y Berra, 2017.

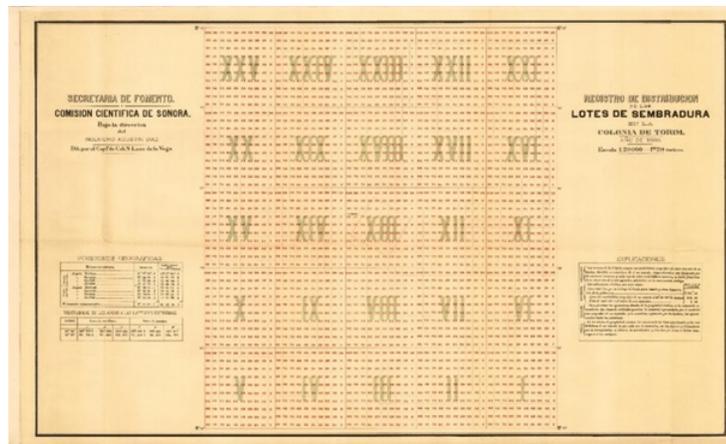


Figura 4: Registro de los lotes de sembradura de la Colonia de Tórim elaborado en 1888. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco y Berra, 2017.

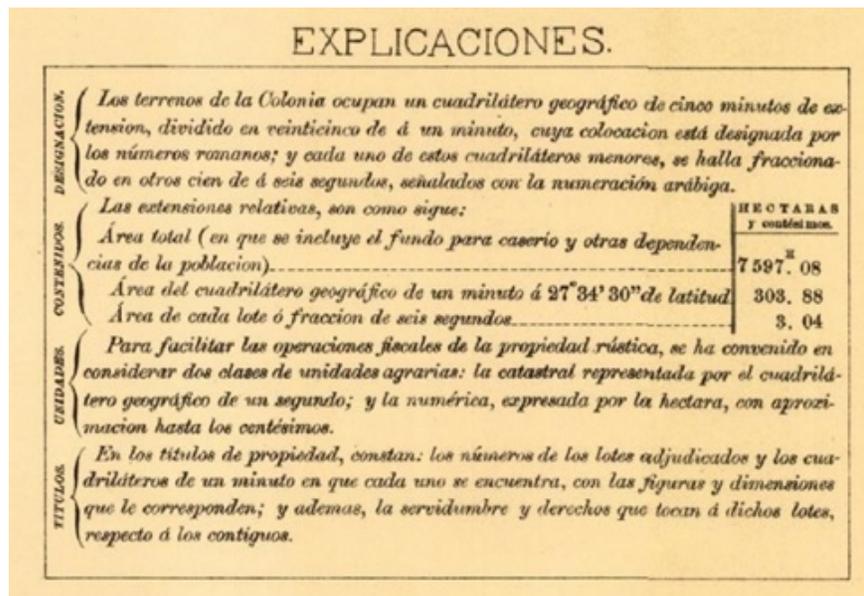


Figura 5: Detalle de las notas explicativas en el plano Registro de los lotes de sembradura de la Colonia de Tórim, elaborado en 1888. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco y Berra, 2017.

1000 x 1000 metros con manzanas de 100 x 100 metros de superficie con lotes de 20 por 50 metros y calles de 30, 25 y 20 metros de ancho.

Desde el punto de vista urbano, siempre ha llamado la atención el que la orientación en el trazo reticular de éstos asentamientos de trazo ortogonal tengan una inclinación con respecto al norte, muy diferente del trazo reticular de Ciudad Obregón que ésta perfectamente alineado con el Norte Geográfico, Torres [8] (1910) describe las razones por las que se inclinó el trazo del fundo “con una declinación de norte a este de 30°, con objeto de que a ésta latitud y declinación solar, todas las manzanas recibiesen en el transcurso del año, igual cantidad de sol y sombra”. Aplicando tal criterio a todos los fundos habitacionales del río yaqui y del río mayo (ver figura 6).

3. Conclusiones

El trazo urbano realizado a fines del siglo XIX por los ingenieros de la Comisión Científica de Sonora ha perdurado hasta tiempos actuales, otorgando cierto confort ambiental para los habitantes de esas poblaciones, algunas de ellas convertidas ahora en pujantes centros agrícolas, tal y como se puede observar en la figura 7.

La orientación de la traza urbana girada 30 grados con respecto al norte en los asentamientos mencionados, brinda a sus habitantes un mayor grado de confort y seguridad con respecto a los asoleamientos en las edificaciones y un buen grado de sombras en banquetas,



Figura 6: Detalle de las notas explicativas en el plano Registro de los lotes de sembradura de la Colonia de Tórim, elaborado en 1888. Fuente: Mapoteca Manuel Orozco y Berra, 2017.

además que hace casi imposible el deslumbramiento en la vista de los automovilistas que circulan en horas de salida u ocaso del sol. Ese beneficio no es propio de ciudades con retícula urbana norte-sur cómo la de Ciudad Obregón, en donde las edificaciones sufren de sobrecalentamiento en fachadas al este u oeste, no proyectan sombras en algunas de las aceras y el sol provoca peligrosos deslumbramientos a la hora de conducir, en especial cuando se transita hacia el oriente o poniente de la ciudad.



Figura 7: Pueblo de Cócorit, en la esquina superior izquierda. Pueblo de BÁCUM, en la esquina superior derecha, Pueblo de Etchojoa, esquina inferior izquierda, Pueblo de Huatabampo, esquina inferior derecha. Fuente: elaboración propia utilizando Google Earth.

Referencias

- [1] María de la Paz Ramos Lara y Rigoberto Rodríguez Benítez. *Formación de ingenieros en el México del Siglo XIX*. Unam, 2007.
- [2] Mireya Blanco Martínez y José Omar Moncada Maya. El ministerio de fomento, impulsor del estudio y el reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898). *Investigaciones geográficas*, (74):74-91, 2011.
- [3] Antonio Escobar Ohmstede, Jaqueline Gordillo, Alejandro Sosa, y Elena Terrés. *Guía del archivo histórico de terrenos nacionales*. Ciesas, 1999.
- [4] María Vázquez Mantecón. Astronomía y cartografía. notas para su estudio en el siglo xix en México. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, 16(016).
- [5] Luis González. *Fuentes de la historia contemporánea de México: libros y folletos ii*. 1961.
- [6] Laura Cházaro García. Recorriendo el cuerpo y el territorio nacional: instrumentos, medidas y política a fines del siglo xix en México. *Memoria y Sociedad*, 13(27):101-119, 2009.
- [7] Luz Fernanda Azuela Bernal. La sociedad mexicana de geografía y estadística, la organización de la ciencia, la institucionalización de la geografía y la construcción del país en el siglo xix. *Investigaciones geográficas*, (52):153-166, 2003.
- [8] Tamayo P de Ham, Luz Maria Oralia, y José Omar Moncada Maya. La comisión de límites de México y el levantamiento de la línea divisoria entre México y Estados Unidos, 1849-1857. *Investigaciones geográficas*, (44):85-102, 2001.

Evaluación de competencias gerenciales en pequeñas y medianas empresas de ciudad obregón

M. Sánchez^{1,*}, C. Zapuche², F. Reyes³

¹Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, División de Licenciatura en Administración

²Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Maestría en Administración

³Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Cuerpo Académico de Administración

*e-mail: lsanchez@itesca.edu.mx

Resumen: *Se presentan los resultados de la primera fase de la investigación relativa a la evaluación de competencias gerenciales en pequeñas y medianas empresas en Ciudad Obregón, Sonora donde se entrevistaron a 36 directivos o colaboradores, quienes contestaron una encuesta integrada por 46 ítems, de los cuales 43 estaban en función de una escala de Likert y los otros 3 ítems corresponden a una proceso de jerarquización de conocimientos, habilidades y otras herramientas que se consideran importantes para el éxito de las empresas. Se presenta además la caracterización de las empresas y organizaciones encuestadas. De los resultados se desprende la necesidad de revisar si los programas de formación de directivos y administradores responden a las necesidades de los sectores económicos de la región y el entorno.*

Palabras clave: Habilidades gerenciales, Competencias Gerenciales, Evaluación de competencias, Formación de directivos.

Abstract: *This article presents the results of the first phase of the investigation related to the evaluation of managerial competencies in small and medium enterprises in Ciudad Obregon, Sonora, where 36 managers or collaborators were interviewed, who answered a survey integrated by 46 items, of which 43 were based on a Likert scale and the other 3 items correspond to a hierarchization process of knowledge, skills and other tools that are considered important for the success of the companies. The characterization of the companies and organizations surveyed is also presented. The results show the need to review whether the training programs for managers and administrators respond to the needs of the economic sectors of the region and the environment.*

Keywords: Management skills, Management competency, Competency assessment, Management training.

1. Antecedentes

Las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME's) representan el 97% del total de las empresas en la República Mexicana y generan el 79% de los empleos y el 23% de Producto Interno Bruto (PIB). Dichas empresas tienen una gran importancia en el país, por su contribución al crecimiento económico nacional, a la generación de empleos y por consecuencia a una mejor distribución de la riqueza [1] (INEGI, 2009).

La falta de competencia es uno de los muchos problemas que afectan la sobrevivencia de estas empresas, aunque representen la mayor parte de las empresas en el país, también son las más vulnerables, Al cumplir 10 años, solamente 10% de las empresas maduran, tienen éxito y crecen, de acuerdo con Centro-CRECE, 75% de las nuevas

empresas mexicanas debe cerrar sus operaciones apenas después de dos años en el mercado. [2] (Velazquez Valadez, 2013)

En la actualidad, la globalización obliga a las empresas, a implementar estrategias que le permitan responder a las necesidades del mercado en el que se desempeñan, no solo con la finalidad de mantenerse, si no de crecer. [3] (Puerto Becerra, 2010)

Por lo anterior, es importante que las PyME's desarrollen una estrategia competitiva que les permita alcanzar el éxito, a través del conocimiento de las nuevas tendencias gerenciales para desarrollar la productividad, eficiencia y competitividad empresarial, por lo que es necesario contar con un recurso humano con un perfil basado en competencias gerenciales.

Derivado de los cambios tecnológicos y lo rápido que

se transforma el conocimiento, cobra mayor importancia el fortalecimiento del capital humano de las empresas – a través del incremento del capital intelectual- como un activo fundamental para su permanencia y desarrollo en los distintos sectores productivos en los ámbitos local, nacional e internacional.

2. Definición del problema

Después de analizar lo anteriormente mencionado, este equipo de investigadores se ha dado a la tarea de identificar aquellas áreas de oportunidad en las que se pueda realizar un proceso efectivo y cuyos resultados podrán impactar positivamente en las estrategias para la competitividad de las empresas de la región. Se define la problemática a abordar, en primera instancia como:

¿Cuáles son las competencias gerenciales requeridas por las PyME'S?

Una vez identificada la problemática general, es importante delimitar la investigación que permita procesar la información y obtener resultados en un período de tiempo establecido, en la inteligencia de que esta investigación puede derivar en toda una línea de trabajo y en una colaboración a largo plazo entre cuerpos académicos.

Como primera parte de esta investigación, para luego revisar los resultados con los procesos de enseñanza y aprendizaje para definir cómo se vinculan estas demandas con los procesos de formación en la oferta académica de las IES, que es la segunda parte de este proceso de investigación.

3. Objetivo general

Como se mencionó el objetivo de esta investigación que consta de dos partes, es:

1. Evaluar las competencias gerenciales en las competencias gerenciales en las pequeñas y medianas empresas
2. Identificar a través de su vinculación con la oferta académica de las Instituciones de Educación Superior en Ciudad Obregón, Sonora, las áreas de oportunidad y mejora.

Este estudio es importante para la detección de las necesidades de capacitación en competencias gerenciales en las pequeñas y medianas empresas, de acuerdo a los

perfiles del recurso humano que contribuya a mejorar el desempeño para estar en condiciones de ser competitivas en un mundo globalizado.

Además, esta investigación permite a las universidades, alinear los perfiles de egreso de sus estudiantes a las necesidades del sector productivo, garantizando la pertinencia de sus planes y programas de estudio.

4. Justificación

La productividad y la competitividad de las empresas se reflejan como resultado de diversos factores entre los que se encuentran: la participación en el mercado, indicadores financieros y de gestión, desarrollo de nuevos proyectos, en todos ellos además de los recursos e insumos necesarios es vital la participación de los colaboradores en todos los ámbitos y áreas de las empresas.

El personal por lo tanto, tiene que renovarse constantemente para poder contar con las herramientas intelectuales y prácticas en apoyo a su gestión cotidiana. Aunado a lo anterior, los vertiginosos cambios políticos y económicos –además de la vecindad con Estados Unidos- representan áreas de oportunidad para las empresas de la Región del Sur de Sonora para su permanencia, crecimiento y consolidación [4] (Sarur Zanata, 2013).

La gestión del talento humano y los resultados de la organización están estrechamente relacionados; las prácticas de gestión humana en el desarrollo de competencias gerenciales, juegan un papel protagonista debido a que permiten la adquisición, la retención y/o el desarrollo de los empleados con mayor potencial para contribuir al desempeño organizacional [5] (Prieto Bejarano, 2009).

Por otra parte, existen en el área de influencia de Ciudad Obregón, 10 Instituciones de Educación Superior (IES) que representan la oferta académica de licenciatura y posgrado que deben cumplir no solo con las competencias técnicas, de cada rama del conocimiento para el desempeño de las funciones en las empresas u organizaciones, sino también con las competencias gerenciales que los lleven a la toma de decisiones exitosas en el desempeño de sus actividades, para que los egresados de estas universidades puedan insertarse positivamente en las empresas de la Región como su primera opción de desarrollo personal y profesional y al mismo tiempo, que su participación le otorgue un valor agregado a las empresas donde participan.

5. Marco teórico

Según Medina Elizondo, Armenteros Acosta y Guerrero Ramos et al [6] (2012), las competencias como el lazo que une las conductas individuales con la estrategia de la organización, deben estar sostenidas por una cultura adecuada.

En este sentido reflejan una serie de valores que aglutinan la misión y el plan estratégico, lo que posibilita que puedan ser identificadas a través de expertos. Deben promover cambios en las conductas ligadas a los valores estratégicos.

Las competencias gerenciales estratégicas son aquellas necesarias para obtener buenos resultados económicos y entre éstas los autores citan: la visión, la resolución de problemas, la gestión de recursos, la orientación al cliente y la red de relaciones efectivas, entre otras.

Las competencias gerenciales intratéticas, son aquellas necesarias para desarrollar a los empleados e incrementar su compromiso y confianza con la empresa, se trata de la capacidad ejecutiva y de la capacidad de liderazgo, entre las cuales se mencionan, la comunicación, la empatía, la delegación, el “coaching” y el trabajo en equipos.

A las competencias gerenciales, los autores citados, les agregan unas de carácter propiamente empresarial, que denominan de eficacia personal e incluyen aquellos hábitos que facilitan una relación eficaz de la persona con su entorno tales como pro-actividad: iniciativa, autonomía personal, autogobierno: gestión personal del tiempo y del estrés, concentración y autocontrol y desarrollo personal: auto-crítica, autoconocimiento.

Sin embargo, como resultado de conversaciones no formales con sujetos de ambas partes, empresarios y egresados, se percibe que los egresados de las universidades no cuentan con las competencias que les permitan el manejo y administración de recursos humanos, la capacidad de negociación, entre otras, mismas que están relacionadas con las competencias gerenciales.

En la revisión de bibliografía, se han encontrado algunos artículos relacionados con Competencias Gerenciales.

- 1.- Lombana et al [7] (2014) clasifican las competencias gerenciales (genéricas y específicas) de acuerdo a la perspectiva de fundamentos filosóficos de Renée Bédard e identifican su importancia y desarrollo en cada uno de los fundamentos: ontológicos, axiológicos, epistemológicos y praxeológicos
- 2.- Medina et al [6] (2012) presentan su trabajo cuyo objetivo es exponer las experiencias obtenidas

en el proceso de identificación y evaluación de competencias gerenciales como una vía de mejorar el desempeño personal y organizacional. La metodología contempló el análisis documental, el trabajo con académicos y empresarios con focus group, entrevistas y aplicación de cuestionarios, procesadas mediante las técnicas de la lógica difusa compensatoria dada la complejidad del fenómeno. Sus resultados fueron la construcción de un árbol jerárquico de las competencias gerenciales, desde la perspectiva académica y profesional, con dos niveles: competencias de mayor y menor complejidad.

- 3.- Martínez y Hernández [8] (2016) proponen un modelo de competencias directivas en escenarios globales para los directivos de las IES, como resultado de una investigación documental basada en revisión de literatura y postulados de autores como Hellriegel, Jackson y Slocum, 2010; Puga y Martínez [9] (2008); y Whetten y Cameron, 2005.
- 4.- Puga y Martínez [9] (2008), quienes presentan un trabajo que tiene como objetivo, aportar una discusión teórica sustentada en una investigación documental y de campo relativa a las competencias que los directivos de primer nivel necesitan desarrollar en cualquier parte del mundo, sin considerar el entorno específico en que desempeñen sus cargos. La revisión de la literatura contribuye a determinar las características que permitan tener una visión estratégica más global para comprender el entorno cambiante y mejorar el desempeño de la organización.
- 5.- Vargas Hernández [10] (2016) presenta una revisión bibliográfica en relación a las competencias y su estrecha relación con el contexto laboral, así como un panorama en relación a los métodos para la recolección de información y la evaluación de las competencias.

Además de lo anterior, en la Institución de adscripción de los integrantes del Cuerpo Académico que presenta esta propuesta, en cada semestre se realizan actividades de fin de cursos llamadas Jornadas o Semanas Académicas, donde regularmente se presentan eventos como: paneles con egresados, mesas de trabajo con empresarios y algunos otros, sin embargo no se documentan los resultados de los mismos y mucho menos se toman en consideración para la elaboración de propuestas.

El conocer cuáles son las competencias gerenciales; la importancia en las PYME'S de la Región, cómo es

que estas competencias gerenciales se fomentan o se desarrollan a través de los procesos de formación de las Instituciones de Educación Superior y derivado de la evaluación de la información recabada, poder elaborar una propuesta de competencias gerenciales que puedan ser insertadas en la currícula de un programa de educación superior es la motivación que se tiene para atender la problemática detectada.

6. Metodología

Para la realización de esta primera parte del proceso de investigación se utilizó un instrumento ya validado, que forma parte de los cursos de Metodología de la Investigación (Bernal Torres [11], 2010, págs. 260-265), también publicado por González Monroy [12] (2013) en virtud de que en investigación, todo instrumento de recolección de información requiere cumplir los requisitos de confiabilidad y validez.

Siendo la confiabilidad se refiere a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por las mismas personas, cuando se las examina en distintas ocasiones con los mismos instrumentos. La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos luego de la aplicación del instrumento.

Los criterios básicos que se deben considerar en el diseño de un instrumento de recolección de información son: tener claros los objetivos de la investigación que se va a realizar; la naturaleza de la información que se pretende obtener; el perfil de la población o muestra objeto de estudio y los medios de aplicación del instrumento. Antes de elaborar un instrumento, es importante revisar si ya existen instrumentos para tal efecto y si se ajustan a los requerimientos de la investigación que se va a realizar y en caso tal ajustarlos. Sólo cuando no existen o no se ajustan, se diseñan los instrumentos.

El instrumento tiene como objetivo identificar las habilidades gerenciales que actualmente tienen los directivos de las empresas para responder a los retos del nuevo ambiente de los negocios para una efectiva dirección de la organización, validación de competencias e identificación de las necesidades de formación y capacitación.

Consta de 10 ítems donde se obtiene información general de los encuestados tales como:

- Sector Económico de la organización
- Cargo de la persona entrevistada
- Número de empleados

- Tamaño de la organización
- Tipo de organización
- Origen del capital
- Origen de la inversión
- Participación de la empresa en el mercado
- Años de vinculación con la empresa
- Nivel máximo de estudios

Además está integrada por dos partes; en la parte A de la encuesta se presentan 43 ítems donde el encuestado deberá responder en una escala de Likert del 5 al 1, donde 5 corresponde a totalmente de acuerdo y 1 corresponde a totalmente en desacuerdo; si los supuestos presentados se considera que actualmente los gerentes y administrativos los evidencian en un desempeño competitivo en sus cargos directivos.

En la parte B de la encuesta se les muestran tres enunciados, los cuales presentan varias opciones en relación los campos de conocimiento, aspectos que influyen actualmente para el éxito y las herramientas asociadas actualmente para el éxito administrativo, que se solicitan sean priorizadas.

En el último ítem se les pregunta al encuestado: Si tuviera que contratar a una persona para desempeñar un cargo directivo actualmente, ¿qué habilidades buscaría identificar en esa persona para que sea un gerente o administrativo efectivo? Dejando hasta cinco oportunidades de respuesta abierta.

7. Resultados

A continuación se muestran los resultados de la aplicación de la encuesta a una población de 36 empresas en esta primera fase de la Parte 1 de la investigación.

Todas las empresas y organizaciones están ubicadas en Ciudad Obregón, Sonora. De la caracterización de los sujetos y organizaciones encuestadas:

Tabla 1: Sector Económico

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Industrial	1	2.8	2.8	2.8
Comercial	18	50.0	50.0	52.8
Servicios	17	47.2	47.2	100.0
Total	36	100.0	100.0	

Como se muestra en la Tabla 1, el 2.8% pertenece al sector industrial; el 50% al sector comercial y el 47.2% al sector de servicios.

Es importante resaltar que el 61.1% de los encuestados como se muestra en la Tabla 2 son propietarios, socios o directivos de las empresas u organizaciones participantes.

Tabla 2: Cargo de la persona entrevistada

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Propietario o socio	12	33.3	33.3	33.3
Director/Gerente	10	27.8	27.8	61.1
Colaborador	14	38.9	38.9	100.0
Total	36	100.0	100.0	

Como se observa en la Tabla 3, el 75% corresponde a organizaciones que son micro, pequeñas o mediana empresas, lo que le da validez a los resultados en relación a las competencias gerenciales.

Tabla 3: De la Organización

TAMAÑO				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Microempresa	11	30.6	30.6	30.6
Pequeña Empresa	13	36.1	36.1	66.7
Mediana Empresa	3	8.3	8.3	75.0
Empresa Grande	9	25.0	25.0	100.0
Total	36	100.0	100.0	

En relación al tipo de organización, en la Tabla 4 se muestran los resultados de las 36 organizaciones, donde se identifica que el 77.8% de corresponden a Sociedades Anónimas o Personas Físicas, el 11.1% identificado como otras son organizaciones o instituciones de gobierno descentralizadas.

Tabla 4: Tipo de organización

TIPO ORG.				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Persona Física	18	50.0	50.0	50.0
S.A	10	27.8	27.8	77.8
Ltda	1	2.8	2.8	80.6
Cooperativa	3	8.3	8.3	88.9
Otro	4	11.1	11.1	100.0
Total	36	100.0	100.0	

El origen del capital de las empresas encuestadas corresponde al 83.4% de inversión privada. En relación

al origen de la inversión el 86.1% es nacional; 5.5% es extranjero y el 8.3% es de inversión mixta.

El promedio de años de vinculación con la empresa es de 9,42 años.

El nivel máximo de estudio de los encuestados se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5: Nivel máximo de estudios

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Primaria	1	2.8	2.8	2.8
Secundaria	3	8.3	8.3	11.1
Preparatoria	17	47.2	47.2	58.3
Profesional	13	36.1	36.1	94.4
Posgrado	2	5.6	5.6	100.0
Total	36	100.0	100.0	

De donde se desprende que el 58.3% de los encuestados cuentan con educación básica y el 41,7% restante que corresponde a 15 de los entrevistados cuentan con estudios de profesional y posgrado.

En relación al contenido de la encuesta, se identifica:

Que tiene una confiabilidad interna, dado que las 43 preguntas de opción múltiple obtienen un grado alto de confiabilidad.

Alfa de Cronbach
0.977

Lo que significa que tiene confiabilidad interna dado que Alfa de Cronbach es mayor a 0.5.

Tabla 6: Habilidades que en la actualidad tienen las personas que actualmente se desempeñan en un cargo directivo en una organización.

Jerarquía	Habilidades Actuales	Media	Item en la encuesta
1	Permanentes deseos de mantener logros en el trabajo	4.64	21
2	Marcado compromiso con la organización y su misión y visión	4.53	3
3	Gran motivación por la calidad	4.42	16
4	Excelente presentación personal	4.39	15
5	Gran habilidad para tomar decisiones	4.39	33
6	Excelente habilidad para fijar objetivos (metas) y crear visión	4.39	42
7	Excelente habilidad para realizar y promover el trabajo en equipo	4.39	17
8	Excelente Iniciativa y Espíritu Emprendedor	4.33	32
9	Amplio sentido de la responsabilidad	4.33	8
10	Gran habilidad para comunicarse de forma oral y escrita con otras personas	4.33	36
11	Excelente compromiso ético	4.33	26

En relación a la primera parte de la encuesta, donde se les presentan 43 ítems para que en una escala del 5 al 1 identifiquen cuales son las características que en la actualidad tienen los gerentes o administradores para desempeñar un cargo competitivo, los resultados son los que se muestran en la Tabla 6.

En relación a los campos de conocimientos que se consideran más importantes para una efectiva gerencia, los resultados son presentados en la Tabla 7.

Tabla 7: Campos del conocimiento de la actividad en las organizaciones que actualmente se consideran lo más importantes para una efectiva gerencia.

Importancia	Campos del Conocimiento
1	Administración del potencial humano
1	Gerencial
2	Contabilidad y Finanzas
3	Producción (producción/bienes) u operaciones
4	Uso de Tecnologías de información y comunicaciones
5	Marketing

Como se puede observar de las 6 opciones presentadas a los encuestados para su jerarquización, los principales campos del conocimiento respondieron que son los relacionados con la administración del potencial humano y los aspectos gerenciales, Tabla 8.

Tabla 8: Aspectos que influyen actualmente en éxito de las organizaciones.

Importancia	Aspectos que influyen en el éxito de las organizaciones
1	La habilidad de los directivos para dirigir al personal
2	El uso intensivo de bienes de capital
3	La cuota o participación en el mercado
4	El tamaño de la empresa en activos
5	El desempeño del sector económico por venta
6	El grado de tecnificación de los procesos productivos
6	El margen de utilidades

De donde se identifica que el aspecto que según los encuestados influye mayormente en el éxito de las

empresas es la habilidad de los directivos para dirigir al personal.

En el ítem 46 se les solicitó que, según su experiencia jerarquizaran las herramientas actualmente asociadas al éxito administrativo en las organizaciones, cuyos resultados se muestran en la Tabla No. 9.

Tabla 9: Jerarquización de herramientas asociadas al éxito administrativo.

Importancia	Aspectos que influyen en el éxito de las organizaciones
1	Planeación Estratégica
1	Medición de la satisfacción del cliente
2	Alianzas Estratégicas
3	Una clara declaración de la misión y visión corporativa
4	El desempeño del sector económico por venta
5	El pago por desempeño o salario flexible
6	La gestión del conocimiento
7	La flexibilidad administrativa
8	La presencia de equipos autodirigidos
9	El análisis de valor de los accionistas
10	El benchmarking

De los resultados presentados en la Tabla 9 se desprende que los dos aspectos principales que influyen en el éxito de las organizaciones de las opciones presentadas son la Planeación Estratégica y la Medición de la satisfacción del cliente.

8. Conclusiones y recomendaciones

Como se comentó al inicio de este artículo, los resultados presentados corresponden a la primera fase de la parte uno de la investigación, sin embargo consideramos muy importantes hacerlos del conocimiento de la comunidad académica por lo relevante de sus resultados.

Del análisis de las encuestas se desprende la importancia de que los directivos desarrollen sus habilidades para dirigir al personal y la administración del potencial humano; para la realización de alianzas estratégicas y la planeación estratégica, así como la medición constante de la satisfacción del cliente.

Se continuará con este proceso de recolección de información que permita validar los resultados obtenidos en esta primera etapa, con el propósito de contrastarlos con las competencias que se están desarrollando en la educación superior en nuestro entorno.

Referencias

- [1] INEGI. Instituto nacional de estadística geografía e informática. *Obtenido de Censos Económicos. Micro, pequeña y gran empresa en México. Estratificación de Establecimientos*: <http://www.inegi.org.mx>, 2009.
- [2] Guillermo Velázquez Valadez. ¿las pequeñas y medianas empresas mexicanas requieren aplicar diagnósticos organizacionales? *Mundo siglo XXI*, (13):73–90, 2008.
- [3] Puerto Becerra y Doria Patricia. La globalización y el crecimiento empresarial a través de estrategias de internacionalización. *Pensamiento & Gestión*, (28), 2010.
- [4] María Susana Sarur Zanatta. La importancia del capital intelectual en las organizaciones. 2013.
- [5] Pedro Gerardo Prieto Bejarano. Gestión del talento humano como estrategia para retención del personal. B.S. thesis, Universidad de Medellín, 2014.
- [6] Manuel Elizondo, María del Carmen Armenteros Acosta, Liliana Guerrero Ramos, y José Barquero Cabrero. Las competencias gerenciales desde una visión estratégica de las organizaciones: Un procedimiento para su identificación y evaluación del desempeño (managerial skills from a strategic viewpoint: A procedure for their identification and performance assessment). 2012.
- [7] Jahir Lombana, Leonor Cabeza, Jaime Castrillón, y Álvaro Zapata. Formación en competencias gerenciales. una mirada desde los fundamentos filosóficos de la administración. *Estudios Gerenciales*, 30(132):301–313, 2014.
- [8] Minerva Martínez Ávila, María del Carmen Hernández Silva, y Jessica Yael Gómora Miranda. Modelo de competencias directivas en escenarios globales para las instituciones de educación superior. *RIDE Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 6(12), 2016.
- [9] Julián Puga Villarreal y Luis Martínez Cerna. Competencias directivas en escenarios globales. *Estudios gerenciales*, 24(109):87–103, 2008.
- [10] José Gpe Vargas Hernández. Las reglas cambiantes de la competitividad global en el nuevo milenio. las competencias en el nuevo paradigma de la globalización. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 1(1), 2016.
- [11] César Augusto Bernal Torrez. Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 2010.
- [12] Jahir Lombana, Leonor Cabeza, Jaime Castrillón, y Álvaro Zapata. Antología sobre metodología de la investigación. *Obtenido de Instituto Tecnológico de Atlaquia: <http://www.itatitalaquia.edu.mx/temas/21.pdf>*, 2013.