



Ciencia, Tecnología y Sociedad para el Desarrollo Sostenible

COORDINADORES:

Lizbeth Angélica Castañeda Escobar.
Darwin Mayorga Cruz.
María Graciela Hernández y Orduña.
Raúl López Leal.



ÍNDICE

Capítulo I: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra

- 1.- El análisis matemático de los números primos. (10)
- 2.- Algoritmo paralelizado (ts-tp) aplicado a la identificación de eventos sísmicos en los registros del observatorio sismológico vulcanológico. (24)
- 3.- Análisis comparativo no invasivo de una superficie reflectora utilizando técnicas de triangulación láser y procesamiento de imágenes. (39)
- 4.- Procesos de interacción de la luz con moléculas orgánicas e inorgánicas. (57)
- 5.- Sistemas coloidales confinados en canales cuasi-unidimensionales. (80)

Capítulo II: Ingeniería

- 6.- Elaboración de una sangría a base de capulín en la región de Misantla. (100)
- 7.- Software educativo para niños con síndrome de espectro autista (SENSEA). (117)
- 8.- Aplicación metodológica para diagnóstico e ingeniería de requisitos de sistemas de automatización en la industria alimentaria: industrialización del cacao (*theobroma cacao L.*), caso de estudio. (130)
- 9.- Prototipo de plataforma web para automatizar la gestión de atención a escuelas CONAFE bajo el esquema de la regla de las 3r's. (153)
- 10.- Modelo para la evaluación ergonómica de posturas y condición ambiental en una sala con computadoras. (168)
- 11.- Recolección y análisis de datos para un prototipo de generador eólico en avenidas urbanas transitadas en la ciudad de Xalapa. (189)
- 12.- Realidad aumentada para el aprendizaje de fracciones en sexto grado de primaria. (204)
- 13.- Implementación de una plataforma tecnológica para la gestión de indicadores en una institución de educación superior tecnológica mediante la metodología Scrum. (226)

Capítulo III: Biología y Química

- 14.- Deshidratación de etanol sobre un SiO₂ modificado con óxido de hafnio. (239)
- 15.- Efectos térmicos y de campos eléctricos externos sobre la estructura de la proteína villina hp-36. (247)

Capítulo IV: Biotecnología y Medio Ambiente

- 16.- Proceso para la elaboración de una bebida tipo horchata a base de malanga (*coccolacca esculenta*). (272)
- 17.- La pertinencia del fortalecimiento del estudio del Derecho Ambiental en México. (292)
- 18.- Monitoreo de sensores ambientales inteligentes en escuelas de nivel básico en zona urbanas. (301)
- 19.- Deshidratación de piña con energía solar como alternativa en la elaboración de una botana saludable. (311)

- 20.- Desarrollo y evaluación sensorial de galletas, con fibra dietética elaborada a base de cáscara de piña.
- 21.- Uso de la cáscara de cacao como fuente potencial de fibra antioxidante y su aplicación en un producto de panificación.

(324)
(340)
(353)

Capítulo V: Medicina y Ciencias de la Salud

- 22.- Evaluación del efecto antinociceptivo y antiinflamatorio del extracto metanólico de verbésina persicifolia.
- 23.- Incorporación de la perspectiva de género: caso Licenciatura en Medicina Veterinaria UNAM.
- 24.- La importancia de programas internos en los ámbitos industriales, de detección y manejo de riesgos psicosociales.

(354)
(373)
(386)

Capítulo VI: Equidad de Género y Humanidades

- 25.- Participación de mujeres artesanas nahuas en grupos organizados de Mixtla de Altamirano, Veracruz.
- 26.- Mujeres que impulsan a otras mujeres: género y vocación científica.
El caso del campamento de empoderamiento científico
"Por más mujeres en la ciencia y la tecnología (INAOE – CONACYT)".

(394)
(413)

Capítulo VII: Ciencias Sociales y Económico-Administrativas

- 27.- Medición de la calidad en el servicio como herramienta para acreditar la carrera de ingeniería en administración.
- 28.- Propuesta de un programa de tutoría académica en línea para los alumnos de ingeniería mecatrónica del ITSX.
- 29.- Read Only: lectura y comprensión lectora.
- 30.- Análisis de las asignaciones financieras para las políticas públicas de desarrollo social enfocadas a la promoción de la igualdad entre mujeres y hombres en México 2012-2019.

(428)
(429)
(438)
(457)
(468)
(482)

Capítulo VIII: Divulgación de la Ciencia

- 31.- Piensa stem!: estrategia para vocaciones científicas en niños y jóvenes.
- 32.- Learn-Java: software educativo para el aprendizaje del lenguaje de programación en Java.
- 33.- Prototipo para el manejo de tecnología en centros educativos para la gestión y divulgación de aplicaciones ambientales IoT.
- 34.- Aprendiendo métodos numéricos con scratch.

(483)
(497)
(511)
(531)

Gobierno del Estado
Cuitláhuac García Jiménez
Gobernador Constitucional del Estado
Eric Patrocinio Cisneros Burgos
Secretario de Gobierno
Zenyazen Roberto Escobar García
Secretario de Educación
Jorge Miguel Uscanga Villalba
Subsecretario de Educación Media Superior

COVEICyDET
Dr. Darwin Mayorga Cruz
Director General
Dr. Raúl López Leal
Secretario Técnico
Mtro. Sergio Raúl del Valle Méndez
Jefe de la División de Desarrollo Tecnológico
Dra. Ana Karina Díaz García
Jefa de la División de Desarrollo Científico
Lic. Diana Laura Rodríguez Gómez
Consultora de Difusión

El Colegio de Veracruz
Dr. Mario Rául Mijares Sánchez
Rector
Mtra. María del Carmen Celis Pérez
Subdirectora Académica
Comité Organizador FONAGE 2019
Dra. Lizbeth Angélica Castañeda Escobar
Presidente
Dra. Claudia Patricia Fernández de Lara Arcos
Coordinación de Difusión
Ing. Esperanza Calalpa Durán
Coordinación de Planeación
Ing. Nelly Sánchez Gómez
Dra. María Graciela Hernández y Orduña
Coordinación de Vinculación
Ing. Pedro López Gómez
Dra. María Margarita González de la Tijera
Coordinación de Logística
Edición
Jorge Millán Nieto
Corrección de estilo
Héctor Eduardo Palacios Galindo
Diseño editorial y maquetación

Ciencia, Tecnología y Sociedad para el Desarrollo Sostenible

©Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Av. Rafael Murillo Vidal 1735, segundo piso, col. Cuauhtémoc

C.P. 91069, Xalapa, Veracruz, México

1^o edición, 2020

ISBN: 978-607-9090-16-6

Impreso en México

Ciencia, Tecnología y Sociedad para el Desarrollo Sostenible fue editado por el Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICyDET). El contenido es responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra, siempre y cuando se cite la fuente.

PRÓLOGO

En 2018, México se ubicó en el sitio 50 del índice mundial de desigualdad de género, una posición que, por primera vez desde el registro inicial en 2006, superó la de otros países de la región como Estados Unidos, Uruguay o Chile. Este indicador, proporcionado por el Foro Económico Mundial, analiza la división de los recursos y las oportunidades entre hombres y mujeres en 149 países con el objetivo de medir el tamaño de la brecha de género en la participación económica, laboral cualificada y política, así como en la esperanza de vida y el acceso a la educación.

El dato refleja una tendencia progresista que ya empieza a consolidarse en nuestra sociedad respecto al tema de equidad de género, educación en perspectiva de género y más en específico de la formación científica.

Si bien esta tendencia augura nuevos tiempos, la equidad de género aún requiere combatir la brecha de desigualdad. Un esfuerzo que Veracruz ha emprendido desde 2015 es el Foro Nacional para la Evaluación del Desarrollo Profesional del Género Femenino (FONAGE), que tiene como objetivo central promover y fomentar las vocaciones científicas, tecnológicas y humanísticas de las niñas y mujeres residentes en la entidad.

El interés por la promoción de la equidad que comparten la Secretaría de Educación (SEV), El Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICyDET) y El Colegio de Veracruz (COLVER) ha logrado la continuidad del evento, el cual ha incrementado de manera progresiva en lo que se refiere a la participación de niñas, jóvenes y profesionistas.



En la cuarta edición, realizada en noviembre del 2019, se incluyó por primera vez el llamado a trabajos en formato póster, logrando la participación de 50 ponentes, provenientes de diversas universidades del país, con trabajos arbitrados a doble ciego en ocho áreas temáticas:

Biología y Química.

Biotecnología y Medio Ambiente.

Ciencias Sociales y Económico-Administrativas.

Ciencias Físico-Matemáticas y de la Tierra.

Igualdad de Género y Humanidades.

Ingeniería.

Medicina y Ciencias de la Salud.

Divulgación Científica.

El compromiso de contribuir a una mejora tangible de la convivencia social, sustentada en los principios de equidad y justicia con perspectiva de género, es lo que ha impulsado a los organizadores a publicar el presente volumen, conformado por la compilación de los trabajos presentados en el IV FONAGE con la intención de extender las reflexiones, propuestas, iniciativas y discusiones a todas las personas interesadas en la expansión de las oportunidades de desarrollo en las ciencias, la tecnología y las humanidades de las niñas y jóvenes veracruzanas.

María Graciela Hernández Orduña
Profesora-Investigadora / El Colegio de Veracruz



CAPÍTULO I:

FÍSICO-MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA





EL ANÁLISIS MATEMÁTICO DE LOS NÚMEROS PRIMOS

Francisco Atilo Aguilar
Susana Astrid López García

Instituto Tecnológico Superior de Naranjos



RESUMEN

Si hay algo que atrae a los matemáticos son los desafíos, los problemas o acertijos que son difíciles de resolver o que representan toda una proeza intelectual. Hay uno en particular que los ha traído de cabeza desde hace más de 2,000 años, se trata de la distribución de los números primos, pero ¿qué son los números primos?

Un número primo se puede entender como un número natural mayor a 1 que sólo se puede dividir por dos números, el 1 y él mismo, es decir, tiene únicamente dos divisores.

En el caso de los números compuestos, son los números naturales que tienen algún divisor natural aparte de sí mismos y del 1 y, por lo tanto, pueden factorizarse.

El número es primo cuando es entero positivo, distinto de 0 y 1, y únicamente se puede dividir por sí mismo y por 1 para dar una solución exacta (por tanto, para todos los otros números por los que intentemos dividir el número primo no dará solución exacta).

INTRODUCCIÓN

“Dios hizo los primeros diez números; el resto es obra del hombre¹”, la cita anterior es de un matemático alemán y su afirmación se orientaba hacia los números naturales, es decir, aquellos que utilizamos para contar. Esta afirmación se enfoca en un entorno meramente religioso y de acuerdo a la creencia y los dogmas de la fe, entonces los números han existido desde siempre.

Hacia el año 1000, en las épocas del misticismo de la cultura europea, Gerberto de Aurillac, conocido como el papa Silvestre II, se preocupó por promover los estudios en el campo de las matemáticas. Una de sus aportaciones fue transferir el conocimiento de la numeración arábiga a la cultura europea, de modo que las columnas de los ábacos de la época comenzaron a utilizar dicha notación arábiga en sus inscripciones. Sin embargo, los puristas abaquistas, pensando que el papa había sido inspirado por fuerzas del mal para usar estos símbolos profanos, no podían permitir su implementación en los instrumentos de cálculo. De modo que la numeración arábiga fue sustituida por los números romanos, pues no se podía permitir la presencia de símbolos demoniacos con los que Satanás había pervertido a los árabes. Hacia el año 1600 aproximadamente, la Iglesia pidió abrir la tumba de Silvestre II para verificar si aún permanecían los demonios que habían inspirado al papa para usar los símbolos del mal.

TEORÍA

Desde terrenos pragmáticos, el proceso de contar inicia en el momento en que los cazadores tenían que comparar un conjunto de elementos, ya fueran presas, pieles, granos, cabezas de ganado o frutas, situación en la que se vieron en la necesidad de contar, momento en el que, se puede deducir, inicia un proceso de cálculo (del latín *calculis* "piedra"). Ante esta circunstancia, el cazador o recolector podía asociar con semillas o piedras la cantidad de ganado, pieles o frutas, es decir, por cada semilla o piedra, una cabeza de

ganado, estableciendo una relación biyectiva entre un conjunto de animales y un conjunto de piedras. Aunque dicha conceptualización de funciones no se estableció hasta el siglo XIX, bajo ésta nacen los números naturales, aquellos donde los valores son enteros y meramente positivos, concebidos en forma natural derivado de las necesidades de uso cotidiano.

Dentro de esta mezcla de conceptos aritméticos y conjuntos de números, aparece un nuevo concepto: el número primo, pero ¿qué es exactamente el número primo? Pues veamos la definición mediante ejemplos. Si se toma un número cualquiera, por ejemplo el 20, este valor se puede expresar como el producto de otros números, según se indica:

$$20=4 \cdot 5$$

$$20=2 \cdot 10$$

$$20=2 \cdot 2 \cdot 5$$

Estos números de la derecha se pueden definir como factores o divisores. De modo que se puede decir que 5 es un factor de 20, o bien 5 es un divisor de 20, ya que el 5 divide a 20. El término factor viene del latín “facere”, que significa hacer, por lo tanto la etimología indica que el 5 es un factor de 20 porque hace al 20. En este contexto, se puede decir que los factores de un número son aquellos números que, multiplicado por sí mismos, “hacen” al número. Por ejemplo, los factores de 30 son 1, 2, 3, 5 y 30, porque que el 1 (aunque elemento neutro de la multiplicación y división) también interviene en la generación del 30. Si tomamos como ejemplo el 42, los factores son 1, 2, 3, 7 y 18.

Ahora, supongamos que se busca hacer lo mismo con el número 11. Al buscar divisores solo se encuentra el 1 y el 11. Lo mismo ocurre para el 2, 3, 5, 7, 13, 17 y 19, porque sus valores solo son divisibles entre sí mismos y la unidad. Ante esta reflexión, ya se puede definir el concepto de número primo: un numero primo es aquel valor entero que es divisible entre sí mismo y la unidad. En el momento en que dichos valores se caracterizan mediante una definición, es entonces

cuando se da un proceso de abstracción, lo cual le da nombre y propiedad para convertirlo en objeto de estudio. Por su parte, los números 4, 6, 8, 9 y 10 son compuestos, porque cada uno de ellos se puede escribir como el producto de dos o más números primos; mientras que el número 1 no es primo ni compuesto. Al descomponer un número, puede darse el caso que sus factores se repitan, por lo que el factor que se repite se escribe solo una vez y se coloca un superíndice junto al mismo, el cual indicará las veces que se repite.

Por ejemplo: $72 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3 = 2^3 \cdot 3^2$

Pero, ¿todos los números se pueden descomponer en números primos? La respuesta es sí; por ejemplo, el 40 se puede descomponer en $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5$ o $20 = 2 \cdot 5$ sin importar el orden en que se acomoden los factores (cuando los factores pueden cambiar el orden sin afectar el resultado, decimos que tienen propiedad conmutativa; en este caso el orden de los factores sí altera el producto). Euclides enunció un teorema conocido como el teorema fundamental de la Aritmética, que sostiene que todo número natural mayor a 1 se puede descomponer de forma única como producto de factores primos, por ejemplo, la factorización de $24 = (2)(2)(2)(3)$.

Pero, ¿cómo se realiza tal descomposición?

Véase el siguiente ejemplo:

100	2	Se coloca el valor a descomponer en sus factores primos y se sigue el orden de
50	2	2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 según corresponda. El valor principal se divide entre el
25	5	primo más pequeño y el cociente se coloca a la izquierda; el procedimiento
5	5	sigue hasta que el cociente sea la unidad. En el ejemplo $100 = 2^2 \cdot 5^2$
1	1	

LA CRIBA DE ERATÓSTENES

La identificación de los números primos ha sido un tema de cierto nivel de complejidad. Hacia el 200 a. C. aproximadamente, Eratóstenes de Cirene (273-194 a.C.), matemático, astrónomo y geógrafo griego, director de la biblioteca de Alejandría, desarrolló un método llamado la criba de Eratóstenes, el cual se explica a continuación.

Para los naturales del 1 al 100:

Se eliminan aquellos que son múltiplos de 2 (4, 6, 8, 10, 12, 14...)

Se eliminan los que son múltiplos de 3 (6, 9, 12, 15, 18, 21....)

Se eliminan los que son múltiplos de 5 (10, 15, 20, 25, 30, 35,...)

Se eliminan los que son múltiplos de 7 (14, 21, 28, 35, 42....)

Los números que quedan son los primos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Los números primos tienen un comportamiento misterioso e impredecible; por ejemplo, entre el 1 y el 100 hay 25 números primos, entre 100 y 200 hay 21 números primos y entre 1 y 1000 hay 168 números primos.

LOS NÚMEROS DE MERSENNE

Marin Mersenne nació el 8 de septiembre de 1588 en Oize, Francia, fue un religioso de los jesuitas, condiscípulo de Descartes, con quien mantuvo amistad toda su vida; estudió Teología en la Sorbona, donde terminó sus estudios e ingresó en la Orden de los Mínimos. Asimismo, fue nombrado presbítero del Convento de la Anunciación en Paris, impartió clases de Filosofía y luego regresó a su celda en Paris, donde murió en el 1 de septiembre de 1648. En vida, escribió varias obras de índole teológico, pero también de impacto científico, como el caso de *Cogitata Physico-matematica* (1644), obra en la que aparece un estudio sobre los números primos, y establece que, de todos los primos entre 2 y 257, el número $2^p - 1$ solo es primo si el valor de p es alguno de los siguientes números:

2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 67, 127, 257.

Según esto, Mersenne calculaba :

Para $p = 2$; $2^p - 1 = 2^2 - 1 = 3$

Para $p = 3$; $2^p - 1 = 2^3 - 1 = 7$

Para $p = 5$; $2^p - 1 = 2^5 - 1 = 31$

Para $p = 13$; $2^p - 1 = 2^{13} - 1 = 8191$.

Al tomar 2 y elevarlo a la potencia 257, el resultado es un número de setenta y siete cifras. El misterio reside en saber qué métodos empleó Mersenne para identificar este número como número primo, ya que eran muy rudimentarios los medios de cálculo para la época; hasta hoy es un misterio que no se ha podido resolver.

Ante esto, se establece un principio para $2^p - 1$: si p es primo entonces $2^p - 1$ es primo, y si p no es primo $2^p - 1$ tampoco lo es. Cien años después, Euler demostró que $2^{31} - 1$ era primo, y hacia 1947 se resolvió completamente la lista que finalmente quedó como:

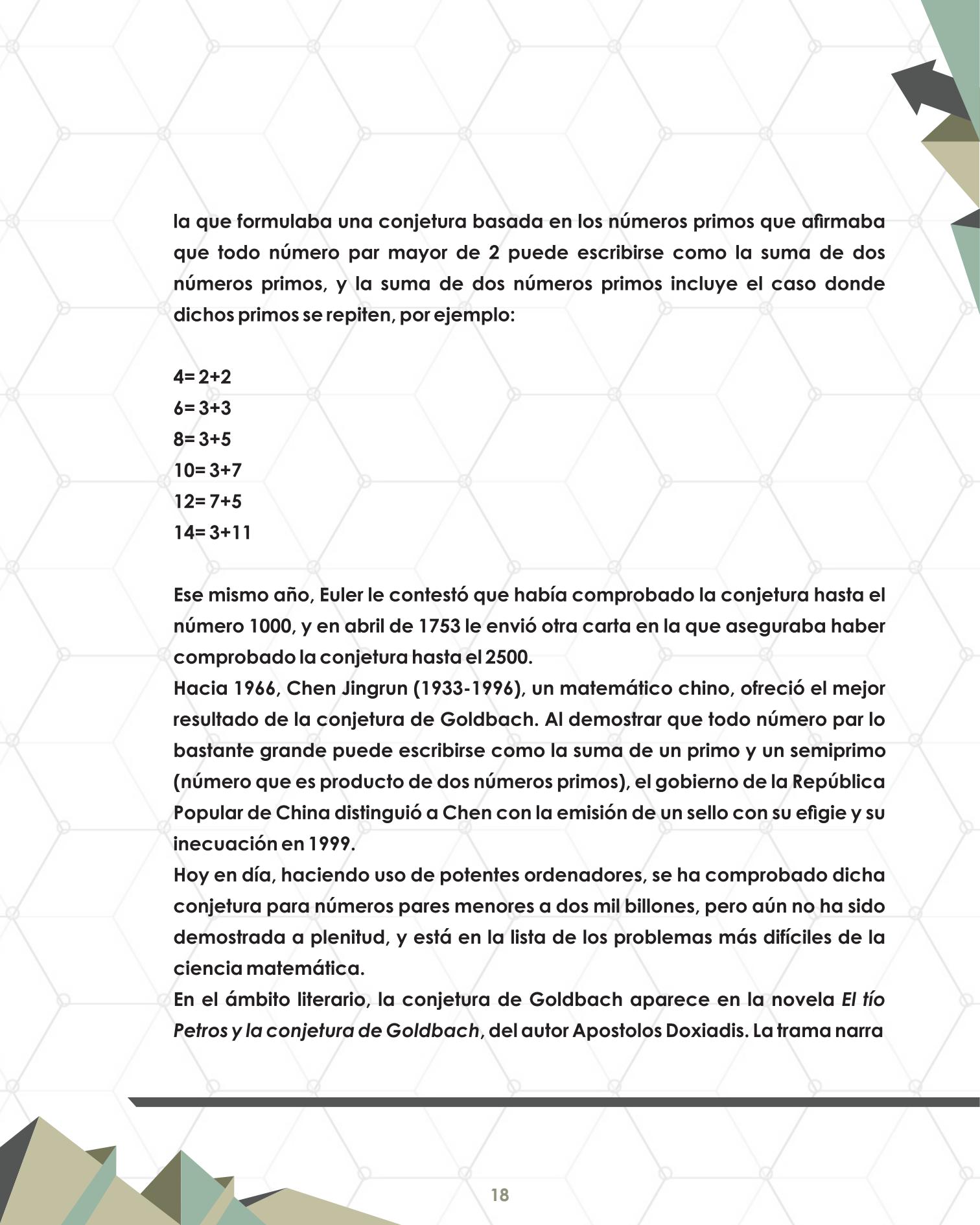
$$p = 2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 61, 89, 107, 127.$$

De esta forma, a la lista original le sobraban 67 y 257 y le faltaban 61, 89 y 107. A esta lista se le conoce como “números de Mersenne”, la cual juega un papel importante en los llamados test de primalidad.

GOLDBACH Y LOS NÚMEROS PRIMOS

La mayoría de los problemas que estudia la ciencia matemática tiene la forma de una conjetura, es decir, un juicio u opinión basado en supuestos, una afirmación que se sospecha es verdadera pero de la que no se tiene certeza si es verdadera o falsa.

Hacia 1752, el matemático prusiano Christian Goldbach le envió una carta a Euler, en



la que formulaba una conjetura basada en los números primos que afirmaba que todo número par mayor de 2 puede escribirse como la suma de dos números primos, y la suma de dos números primos incluye el caso donde dichos primos se repiten, por ejemplo:

$$4=2+2$$

$$6=3+3$$

$$8=3+5$$

$$10=3+7$$

$$12=7+5$$

$$14=3+11$$

Ese mismo año, Euler le contestó que había comprobado la conjetura hasta el número 1000, y en abril de 1753 le envió otra carta en la que aseguraba haber comprobado la conjetura hasta el 2500.

Hacia 1966, Chen Jingrun (1933-1996), un matemático chino, ofreció el mejor resultado de la conjetura de Goldbach. Al demostrar que todo número par lo bastante grande puede escribirse como la suma de un primo y un semiprimo (número que es producto de dos números primos), el gobierno de la República Popular de China distinguió a Chen con la emisión de un sello con su efigie y su inecuación en 1999.

Hoy en día, haciendo uso de potentes ordenadores, se ha comprobado dicha conjetura para números pares menores a dos mil billones, pero aún no ha sido demostrada a plenitud, y está en la lista de los problemas más difíciles de la ciencia matemática.

En el ámbito literario, la conjetura de Goldbach aparece en la novela *El tío Petros y la conjetura de Goldbach*, del autor Apostolos Doxiadis. La trama narra

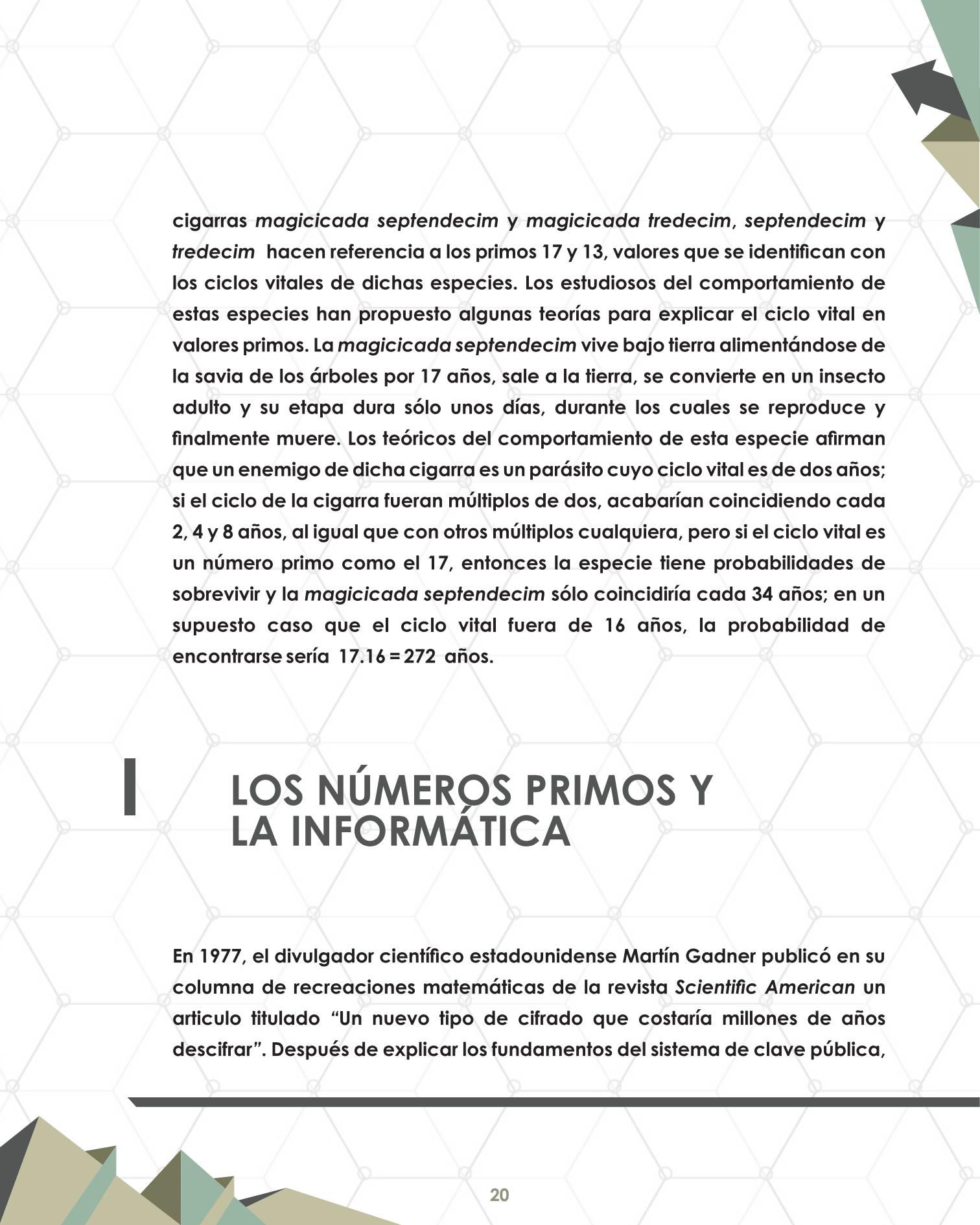


la historia de un matemático retirado que propone a su sobrino que, para permitirle estudiar Matemáticas, debe resolver un problema, el cual consiste en demostrar la conjetura de Goldbach; el sobrino no logra resolver este reto y termina por matricularse en otra carrera. Con el fin de generar publicidad, el editor británico Tony Faber ofreció en el año 2000 un premio de un millón de dólares a aquel angloparlante que demostrara la conjetura antes de abril del 2002, pero nadie obtuvo el premio.

LOS NÚMEROS PRIMOS EN LA NATURALEZA

Aunque se sabe que los animales emplean su método empírico para contar, como el caso de las avispas solitarias, que son capaces de contar el número de orugas que dejan vivas en las celdillas donde están sus larvas, ya que siempre son exactamente 5, 12 ó 24, existe una especie cuyo comportamiento matemático es asombroso; pertenece al género eumenes, pero no se sabe el mecanismo complejo que utiliza para determinar el género de la cría a nacer, sin embargo, la avispa sí sabe si nacerá macho o hembra aunque los investigadores no hayan encontrado signos que delaten el género. Lo importante aquí es que cuando es macho dejan 5 orugas paralizadas su alimentación, y si es hembra dejan 10, y la razón es que las hembras siempre tienen un tamaño mayor al nacer.

En otro contexto de los números primos en la naturaleza, las especies de



cigarras *magicicada septendecim* y *magicicada tredecim*, *septendecim* y *tredecim* hacen referencia a los primos 17 y 13, valores que se identifican con los ciclos vitales de dichas especies. Los estudiosos del comportamiento de estas especies han propuesto algunas teorías para explicar el ciclo vital en valores primos. La *magicicada septendecim* vive bajo tierra alimentándose de la savia de los árboles por 17 años, sale a la tierra, se convierte en un insecto adulto y su etapa dura sólo unos días, durante los cuales se reproduce y finalmente muere. Los teóricos del comportamiento de esta especie afirman que un enemigo de dicha cigarra es un parásito cuyo ciclo vital es de dos años; si el ciclo de la cigarra fueran múltiplos de dos, acabarían coincidiendo cada 2, 4 y 8 años, al igual que con otros múltiplos cualquiera, pero si el ciclo vital es un número primo como el 17, entonces la especie tiene probabilidades de sobrevivir y la *magicicada septendecim* sólo coincidiría cada 34 años; en un supuesto caso que el ciclo vital fuera de 16 años, la probabilidad de encontrarse sería $17 \cdot 16 = 272$ años.

LOS NÚMEROS PRIMOS Y LA INFORMÁTICA

En 1977, el divulgador científico estadounidense Martín Gadner publicó en su columna de recreaciones matemáticas de la revista *Scientific American* un artículo titulado “Un nuevo tipo de cifrado que costaría millones de años descifrar”. Después de explicar los fundamentos del sistema de clave pública,

hizo constar el mensaje y la clave pública N compuesta por 129 dígitos; Gardner planteó a los lectores el reto de descifrar el mensaje a partir de la información dada, la solución consistía en factorizar N en sus factores primos p y q. La recompensa era una cantidad de 100 dólares a quien respondiera correctamente al planteamiento, cifra cuantiosa para la época. Este sistema fue desarrollado en el MIT en 1967; los creadores de dicho código de encriptación eran los investigadores Ron Rivers, Adi Shamir y Len Adelman, y fue bautizado con un acrónimo conformado con las iniciales de sus apellidos RSA. La respuesta correcta llegó 17 años después, y encontrarla requirió de más de 600 personas. Los resultados consistían en un valor para p de 23 dígitos y para q de 22 dígitos. Este método ofrece seguridad extrema en cuanto a proceso de descifrado y se fundamenta en ciertas propiedades de los números primos. Asimismo, utiliza el producto de dos números primos grandes mayores a 10100, que se eligen en forma aleatoria para estructurar la clave de descifrado.

El principio de seguridad consiste en que no hay maneras rápidas de factorizar un número primo demasiado grande utilizando equipos de cómputo convencionales. El sistema se registró en 1983 y en el año 2000 expiró el registro, convirtiéndose en un código de dominio público.

En 1994, Peter Shor diseñó un algoritmo susceptible de ser ejecutado por un ordenador cuántico, algoritmo que sería capaz de descomponer números grandes en un tiempo infinitamente menor al empleado por un computador convencional. Estas hipótesis serán probadas muy pronto con la revolución tecnológica de la computación cuántica que vertiginosamente se acerca a nuestro presente.

CONCLUSIÓN

Los números primos tienen un comportamiento misterioso, no se ha creado una ley de generación de primos, pues aparecen de forma impredecible. La construcción de un número primo muy grande resulta una tarea que requiere algoritmos computacionales complejos, sofisticados y, a su vez, haciendo uso de potentes ordenadores. A finales del siglo pasado, hacia 1996, se descubrió en el Silicon Graphics Cray Research el número primo más grande conocido hasta la fecha, para lo cual se utilizó una supercomputadora de la serie CRAY T90. El número es muy extenso y no podría escribirse aquí porque ocuparía unas 25 páginas, ya que tiene 378 632 dígitos, aunque afortunadamente se puede representar como $2^{1257797}-1$; otra forma de obtenerlo es multiplicar el 2 por si mismo 1257 787 veces y restarle 1. Los números primos sirven principalmente para la creación de códigos de encriptación informática, por eso su importancia en el ámbito del espionaje actualmente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Larson, Ron, Precálculo, octava edición, Editorial Cengage Learning, agosto 2011, ISBN 13:978-607-481-613-6.
- 2. Revista Muy interesante, 1998, Editorial Televisa, autor Jorge Alcalde.
- 3. National Geographic, Los números primos, España, Impresa Ibérica, 2010.
- 4. <https://seguinfo.wordpress.com/2007/09/14/%C2%BFque-es-rsa/>

ALGORITMO PARALELIZADO (TS-TP) APLICADO A LA IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS EN LOS REGISTROS DEL OBSERVATORIO SISMOLÓGICO VULCANOLÓGICO

José Daniel Hernández Ventura¹
Francisco Córdoba Montiel²
Salvador Herrera Velarde¹
Virginia Lagunes Barradas^{1,2}
David Ramírez Pérez¹

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa¹

Reserva territorial s/n, col. Sta. Bárbara, cp 910962

Universidad Veracruzana²

RESUMEN

El trabajo consistió en emplear hilos de ejecución paralela (PThreads) para analizar los sismogramas contenidos en archivos de una estación de monitoreo sísmico, provenientes del observatorio sismológico y vulcanológico (OSV), y determinar si existen eventos sísmicos registrados. Se utilizó para este fin una variación del algoritmo que se utiliza en el sistema de alerta sísmica de la Ciudad de México (SASMEX). Con este trabajo fue posible que cada hilo de ejecución del algoritmo identificara, en ventanas de tiempo de medio minuto, la ocurrencia o no de eventos sísmicos e indicara el intervalo de tiempo en que se presentó la incidencia.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Veracruz existen 8 estaciones de monitoreo sísmico. De estas estaciones, 6 están en co-pertenencia entre la Universidad Veracruzana (UV) y Protección Civil (PC) del Gobierno del Estado. Las dos estaciones restantes son propiedad del Sistema Sismológico Nacional (SSN) [1]. En la figura 1 se puede apreciar la ubicación geográfica de cada una de las estaciones.



Fig. 1. Localización de las estaciones del OSV

Cada una de las estaciones monitorea dos variables (velocidad y aceleración) en tres ejes, dando lugar a un monitoreo de 6 canales. Cada canal es muestreado 100 veces por segundo a una resolución de 24 bits por segundo, en otras palabras, se obtienen 600 registros por segundo para cada estación; en una hora de monitoreo se generan 2,160,000 registros, que son enviados al SSN. En Veracruz, este monitoreo se realiza desde el 2013 a la fecha de forma casi ininterrumpida.

Sin embargo, ninguno de los archivos de registro sísmico está indexado. La organización de los archivos se realiza actualmente basándose en el sistema de archivos de Windows, creando carpetas por cada año de monitoreo, carpetas por cada mes del año y una carpeta por cada día del mes, conteniendo las 24 horas de monitoreo de todas las estaciones que componen la red veracruzana.

REGISTRO DE DATOS SÍSMICOS

De lo anterior, las 24 horas se dividen en bloques de 10 minutos, y estos archivos son, en sí mismo, un archivo de registro de la actividad sísmica de la entidad veracruzana, tal como lo percibe la estación correspondiente. Un archivo de registro sísmico puede presentarse en formatos como SAC, SEED, miniSEED, etc., sin embargo, el formato que prevalece en el OSV es el formato SAC, mismo que se emplea para diversos estudios en otra plataforma del mismo nombre [2].

En este sentido, el proyecto que aquí se presenta tiene la finalidad de analizar un archivo de registro sísmico en formato SAC y determinar, a partir de los valores de velocidad ahí contenidos, si existe un evento sísmico y en qué momento se presentó. Los archivos SAC se usan para registrar sismogramas o velocidad de movimiento y se componen de dos bloques: encabezado y datos. El bloque de encabezado tiene un tamaño fijo, y en este se almacena en campos específicos información del proceso de monitoreo sísmico. En la tabla 1 se muestra la organización de un archivo SAC.

De la sección de encabezado se puede obtener el nombre de la estación, su ubicación, la fecha y hora a la que corresponde el inicio del registro de actividad sísmica, entre otros datos relevantes.

En particular, interesa recuperar del encabezado la información relativa al periodo de muestreo (T_s) y el número de mediciones de velocidad contenidos en el archivo (NPTS).

Posteriormente a la sección de encabezado se encuentra el bloque de NPTS mediciones; cada medición se almacena en formato de punto flotante de precisión simple, es decir, cada medición ocupa 4 bytes de datos.

Tabla 1. Estructura de un archivo de datos binarios SAC

Sección de encabezado	Sección de datos
Word inicial: 0	Word inicial: 158
Longitud: 158	Longitud: NPTS
Ver referencia [3]	<ul style="list-style-type: none">• variable• amplitud• componente real

DESARROLLO

En primer lugar, se recuperó la información correspondiente al encabezado del archivo; los campos correspondientes y su significado se pueden consultar en [3]. De entre los registros recuperados, almacenamos la información correspondiente al periodo de muestreo y al número total de registros de datos sísmicos; el periodo de muestreo se empleó para calcular la aceleración, y

con el número de registros se reservó memoria para almacenarlos. Los registros de velocidad se almacenaron en un vector de tamaño dinámico definido por la información recuperada de la sección de encabezado NTPS. El valor i-esimo de aceleración se calculó utilizando:

$$a(i) = (\text{dato}(i+1) - \text{dato}(i)) / Ts \quad (1)$$

Con el periodo de muestreo se calculó el tamaño de bloque correspondiente a una ventana de 30 segundos, y para calcular la cantidad de muestras de velocidad equivalentes a un monitoreo de 30 segundos, se utilizó la fórmula (2):

$$\text{bloque} = 30 / Ts \quad (2)$$

Cada una de estas ventanas se canalizará a un hilo para que la procese y determine si existe algún evento sísmico. Para determinar si en una ventana de tiempo se ha presentado un evento sísmico, se empleó parte del algoritmo que se describe en [4], [5] y [6], en donde se correlacionan la aceleración máxima encontrada con el logaritmo de la sumatoria de aceleraciones cuadráticas; nosotros utilizamos únicamente el logaritmo de la sumatoria de los cuadrados de las aceleraciones en el intervalo de tp hasta ts. Estos instantes de tiempo (ts y tp) corresponden a los instantes de inicio y conclusión de la ventana de 30 segundos, y equivaldrían a las posiciones dentro del vector de datos recuperados del archivo de registro sísmico.

PROCESAMIENTO PARALELO

Cada hilo realiza de forma paralela el proceso de cálculo de la sumatoria que se muestra en la ecuación (3).

$$SA(t_s - t_p) = \log_{10} \sum_{i=tp}^{tp} (a(i))^2 \quad (3)$$

Como los datos recuperados son independientes por bloques, podemos realizar esta sumatoria en bloques. Cada hilo de procesamiento se encargó de calcular SA() de forma independiente y paralelizada. Por otro lado, es de interés determinar el intervalo de tiempo en el que se presenta un evento sísmico, razón por la que no se procesó el vector como una sola entidad, sino que se segmentó en bloques definidos por el periodo de muestreo.

$$SA(t_s - t_p) = \log_{10} \sum_{i=tp}^{tp} (a(i))^2$$

El programa paralelizado se desarrolló sobre la plataforma Linux, utilizando la biblioteca <pthread.h> y enlazándola en tiempo de compilación con el modificador -lpthread, mientras que la cantidad de hilos de cómputo se determinó de forma dinámica en función de los bloques resultantes; de la ecuación (2), se calculó la cantidad de registros que componen un bloque de datos de 30 segundos. El tamaño total de registros NTPS se divide entre el tamaño de bloque, y el resultado es la cantidad de hilos de procesamiento que se generan.

$$\text{Hilos} = \text{NTPS/bloque}$$

Para el caso del archivo de registro sísmico de Coxquihui, que consta de 12,100 registros, y que fueron tomados a intervalos de 0.05 s, el tamaño de bloque es de 600. Puede notarse que la cantidad de hilos calculados con esta fórmula no da un número entero, es por ello que el resultado se redondea al entero superior más cercano, dando un valor de 21 hilos de cálculo paralelizado.

A cada hilo de procesamiento le es compartido el vector de los registros de datos sísmicos y, en función del identificador de hilo, se determina la posición inicial y final dentro del vector sobre la que procesará los datos; sin embargo, cada hilo entrega un resultado único del procesamiento que realiza. El resultado que debe entregar es el valor del logaritmo base 10 de la sumatoria de las magnitudes al cuadrado de las aceleraciones calculadas con los datos leídos del bloque asignado. Esta magnitud se compara contra un valor de referencia pre establecido a 3.8 y que corresponde según [4], [5] y [6] a una condición de evento sísmico.

De este modo, cuando un hilo determina la existencia de una condición de evento sísmico genera una salida que indica esta condición y, debido a que los hilos se lanzan de forma independiente y se ejecutan según lo vaya determinando el sistema operativo, es necesario saber de cada hilo el intervalo de tiempo respecto al origen temporal del registro sísmico en donde identificó el evento. Con esta información es posible validar, contra sismogramas, la precisión en la identificación de eventos tomando ventanas de tiempo de medio minuto.

RESULTADOS

Para validar el funcionamiento del programa, se emplearon los registros de la estación de monitoreo de Coxquihui de las 23:30 a las 23:50 horas del día 6 de junio del 2018, fecha en la que, según los reportes, se presentó un evento sísmico que fue sentido en la entidad veracruzana. En la figura 2 se muestra el reporte oficial del Servicio Sismológico Nacional (SSN) para la fecha antes mencionada.



Fig. 2. Reporte de sismos por el SSN

En la figura 3 se aprecia el sismograma que el software de visualización swarm [7] muestra para la fecha y hora mencionada. Se aprecia el evento sísmico mencionado, y también nuestro programa alcanza a detectar una réplica del fenómeno algunos minutos posteriores.

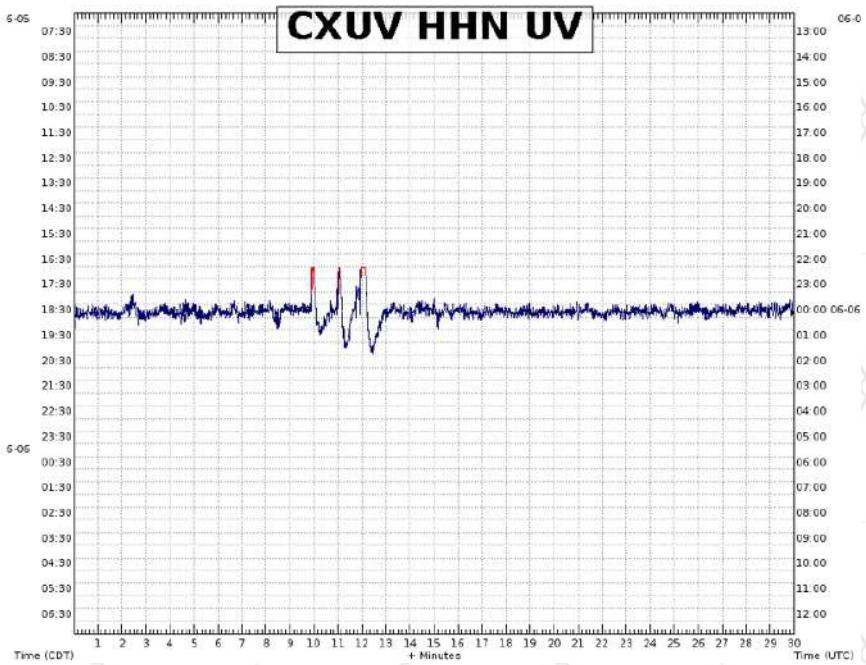


Fig. 3. Sismograma de la estación CUXUV del 6 de junio de las 23:30 a las 23:50 horas

En las figuras 4 y 5 se muestra un acercamiento al mismo sismograma, en el que se alcanza a apreciar la hora en la que inicia el registro del evento sísmico por la mencionada estación de monitoreo. Cabe destacar que este evento tuvo una duración de poco más de 2 minutos, y que el programa durante esos intervalos de tiempo generó los avisos correspondientes, e identificó la presencia de actividad sísmica, indicando el tiempo transcurrido desde la marca de tiempo existente en el archivo de registro hasta el inicio del bloque correspondiente.

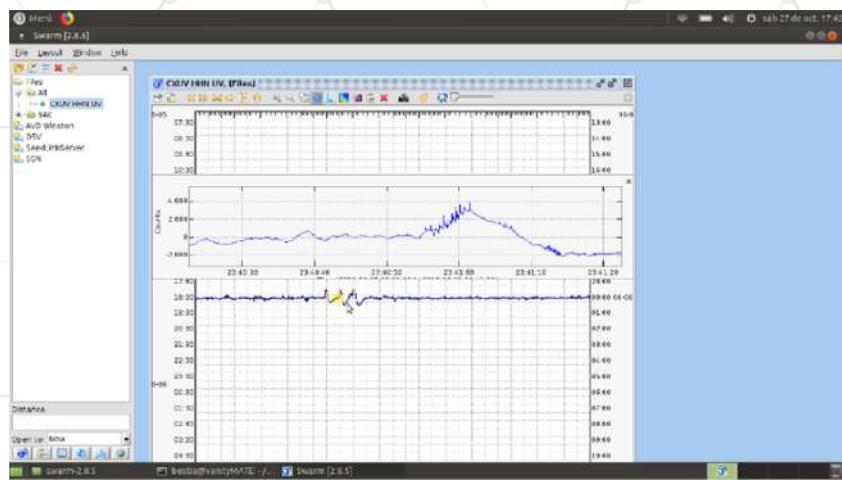


Fig. 4. Sismograma de la estación CUXUV del 6 de junio de las 23:40:30 a las 23:41:20 horas

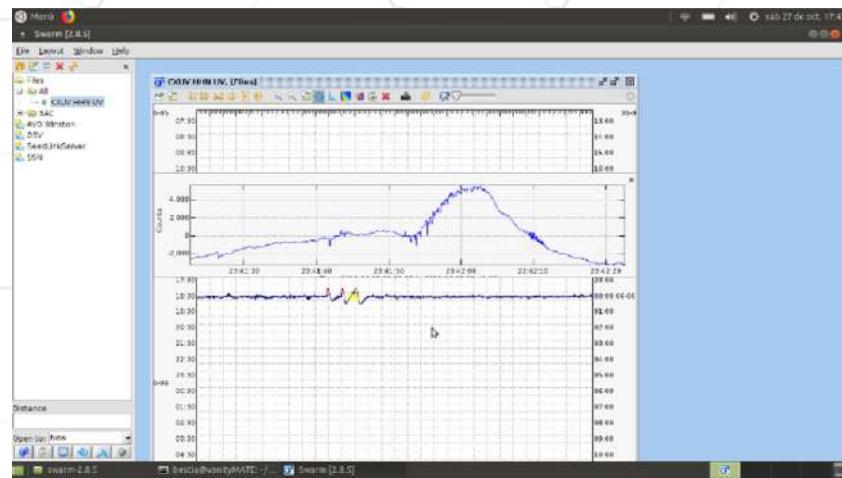


Fig. 5. Sismograma de la estación CUXUV del 6 de junio de las 23:41:30 a las 23:42:20 horas

Por último, en la figura 6 se puede apreciar una réplica del mismo evento pero que se presenta prácticamente 5 minutos posteriores a la primera detección. Alrededor de las 23:45 horas, se registró en la estación CUXUV un evento más y que se aprecia como ondas superpuestas.

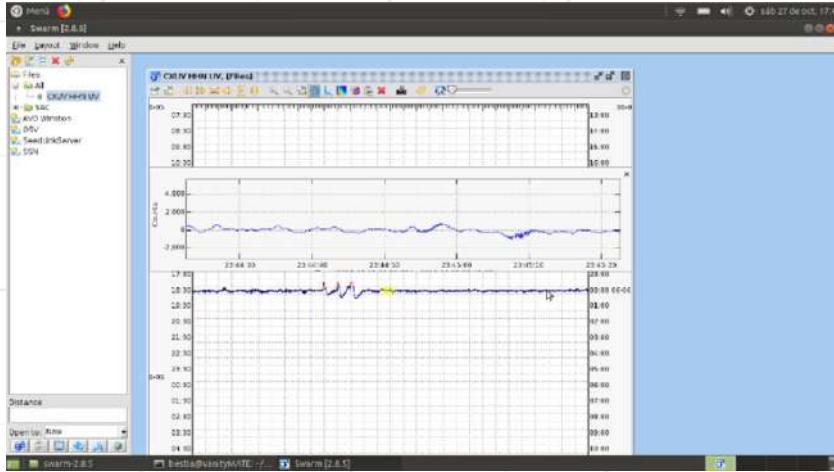


Fig. 6. Sismograma de la estación CUXUV del 6 de junio de las 23:44:30 a las 23:45:20 horas

CONCLUSIONES

Consideramos que el algoritmo desarrollado fue capaz de cumplir su función de determinar la ocurrencia de un evento sísmico, detectando su presencia en bloques de datos de 30 segundos. El proceso de paralelizado permitió que cada hilo, de forma independiente, analizara el conjunto de datos que le era asignado, y de este modo determinara si en su conjunto de datos existía o no un evento sísmico.

Adicionalmente, el paralelizado proporcionó una optimización en la detección de eventos, pues reduce los tiempos muertos de los núcleos del procesador al trabajar con una arquitectura de tipo SIMD (Single Instruction Multiple Data).

El algoritmo generó 21 hilos, cada uno destinado al análisis de bloques de 600 registros de datos, que equivalen a 30 segundos de monitoreo sísmico.

Cada hilo realiza el cálculo independiente del valor del logaritmo de la sumatoria de los cuadrados de las aceleraciones acumuladas en el intervalo de tiempo de análisis que le corresponda. Este valor se compara con un umbral prefijado equivalente a un valor de 3.8, lo que indica la presencia de un evento posiblemente de naturaleza sísmica.

```
FIN HEADER
12100 registros que se repartirán en bloques de 600, distribuidos entre 21 hilos.

Hilo 0  <T1: 0.00 T2: 0.50> (0-599) RMS: 3.122533e+00
EVENTO SÍSMICO Hilo 1  <T1: 0.50 T2: 1.00> (600-1199) RMS: 4.107239e+00
EVENTO SÍSMICO Hilo 2  <T1: 1.00 T2: 1.50> (1200-1799) RMS: 4.723225e+00
EVENTO SÍSMICO Hilo 3  <T1: 1.50 T2: 2.00> (1800-2399) RMS: 4.514344e+00
EVENTO SÍSMICO Hilo 4  <T1: 2.00 T2: 2.50> (2400-2999) RMS: 4.373110e+00

Hilo 9  <T1: 4.50 T2: 5.00> (5400-5999) RMS: 3.520648e+00
Hilo 7  <T1: 3.50 T2: 4.00> (4200-4799) RMS: 3.032525e+00
Hilo 5  <T1: 2.50 T2: 3.00> (3000-3599) RMS: 3.058464e+00
Hilo 17 <T1: 8.50 T2: 9.00> (10200-10799) RMS: 3.137444e+00
Hilo 13 <T1: 6.50 T2: 7.00> (7800-8399) RMS: 3.124984e+00
Hilo 14 <T1: 7.00 T2: 7.50> (8400-8999) RMS: 3.221621e+00
Hilo 15 <T1: 7.50 T2: 8.00> (9000-9599) RMS: 3.033534e+00

EVENTO SÍSMICO Hilo 10 <T1: 5.00 T2: 5.50> (6000-6599) RMS: 4.015424e+00

Hilo 8  <T1: 4.00 T2: 4.50> (4800-5399) RMS: 3.015955e+00
Hilo 6  <T1: 3.00 T2: 3.50> (3600-4199) RMS: 2.984508e+00
Hilo 11 <T1: 5.50 T2: 6.00> (6600-7199) RMS: 3.005081e+00
```

Fig. 7. Salida del programa paralelizado

En la figura 7 se muestra la salida del programa de detección de eventos sísmicos; el archivo que se analizó fue el correspondiente al día 6 de junio, en el lapso de tiempo que inicio a las 23:40 horas. Se puede apreciar que se inició la detección de un evento entre medio minuto y un minuto después de iniciado el registro de actividad de este bloque de tiempo, tal como se puede comparar con la figura 4, en la que casi al final del minuto 40 inicia el registro de actividad sísmica.

La actividad sísmica parece finalizar casi dos y medio minutos después, tal como informó el SSN al afirmar que la actividad tuvo una duración de dos minutos.

Cabe destacar que el algoritmo paralelizado únicamente informa de la actividad sísmica que reconoce en los registros de las estaciones de la red sísmica veracruzana, y no hace ninguna estimación de la intensidad de estos eventos. El objetivo actualmente es emplear este programa para crear un índice de eventos sísmicos registrados e identificarlos para posteriores trabajos y estudios geológicos especializados.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. "Red Sísmica de Veracruz. Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Estado de Veracruz"; Mora Gonzalez I. et Alia; Primera Edición; Xalapa, Veracruz; 2014.
- 2. "The Seismic Analysis Code (SAC) software"; Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS); URL : <https://ds.iris.edu/ds/nodes/dmc/software/downloads/SAC/101-6a/>
- 3. "Using SAC: SAC Data File Format"; January 2012 (Version 101.6); https://ds.iris.edu/files/sac-manual/manual/file_format.html
- 4. Cuéllar, A., Suárez, G., Espinosa-Aranda, J. M.; "An Earthquake Early Warning Algorithm Based on the P-Wave Energy Released in the t_s - t_p Interval"; Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 108, No. 1, pp. 238–247, February 2018, doi: 10.1785/012017011; http://www.cires.org.mx/docs_info/CIRES_046.pdf
- 5. Cuéllar, A., J. M. Espinosa-Aranda, G. Suárez, G. Ibarrola, A. Uribe, F. H. Rodríguez, and B. Frontana (2014). The Mexican Seismic Alert System (SASMEX): Its alert signals, broadcast results and performance during the M 7.4 Punta Maldonado earthquake of March 20th, 2012, in Early Warning for Geological Disasters, Springer, Berlin, Germany, 71–87.
- 6. Cuéllar, A., G. Suárez, and J. M. Espinosa-Aranda (2017). Performance evaluation of the earthquake detection and classification algorithm 2tS-tP of the Seismic Alert System of Mexico (SASMEX), Bull. Seismol. Soc. Am. 107, no. 3, 1451, doi:10.1785/0120150330.
- 7. "USGS: Volcano Hazards Program"; Java application designed to display and analyze seismic waveforms in real-time; Disponible en: <https://volcanoes.usgs.gov/software/swarm/index.shtml>

ANÁLISIS COMPARATIVO NO INVASIVO DE UNA SUPERFICIE REFLECTORA UTILIZANDO TÉCNICAS DE TRIANGULACIÓN LÁSER Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Lizbeth Angélica Castañeda Escobar¹

Luis Quevedo Colorado¹

Ricardo Aguirre Moreno¹

Raúl López Leal²

Carlos Israel Aguirre Vélez³

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa,¹

Reserva Territorial S/N, Col. Santa Bárbara, Xalapa, Ver

Consejo Veracruzano de Investigación

Científica y Desarrollo Tecnológico,²

Av. Rafael Murillo Vidal 1735, Xalapa, Ver.

Centro de Investigación en Ciencia

Aplicada y Tecnología Avanzada,³

Unidad Legaria, Calzada Legaria 694. Col Irrigación, 11500 Cuidad de México.

RESUMEN

Este trabajo muestra el proceso para la localización y medición de deformidades mediante técnicas de triangulación láser y el procesamiento de imágenes digitales, aplicado a una superficie reflectora que forma parte de un concentrador cilíndrico parabólico (CCP). Las deformidades en la superficie del espejo comprometen una eficiente focalización y concentración de la energía solar, causando una disminución en la eficiencia del funcionamiento del concentrador. En el siguiente artículo se describen y aplican dos metodologías de análisis óptico a una superficie reflectora de un concentrador solar cilíndrico-parabólico (CCP), métodos que se basan en la triangulación láser y el procesamiento de imágenes digitales con el fin de realizar un análisis de bajo costo y de una precisión plausible como alternativa a métodos convencionales de alto costo.

El primer método se centra en la detección de irregularidades basado en la diferencia de elevación entre diversos puntos del espejo, mientras que el segundo método se centra en los efectos de desvió del foco de concentración causados por las irregularidades en la superficie del espejo utilizando geometría óptica; este ultimo analiza el efecto de las deformaciones en la superficie perturbando la reflexión de un láser hacia el punto focal. Ambos métodos tienen como objetivo desarrollar un análisis preciso para interpretar las deformaciones superficiales y determinar sus orígenes mecánicos, pero siendo lo suficientemente versátiles para poder ser recreados sin la necesidad de un costo elevado a comparación de los métodos convencionales.

Palabras clave: Deformación, pruebas ópticas procesamiento de imágenes, triangulación láser.

(Costs, deformation, efficiency, energy, image processing, laser triangulation, mirror, optic, surface).

NOMENCLATURA

ΔZ Altura en mm del punto analizado.

D1 Distancia entre el sensor y el diafragma (pinhole).

D2 Distancia entre el diafragma hasta el plano de referencia.

a. Ángulo de inclinación entre el plano de referencia y el láser.

$\Delta x(px)$ Longitud en pixeles entre el centro de la imagen y la proyección del láser en el espejo (desplazamiento lateral).

T_s Tamaño del sensor en mm a lo largo del eje X.

R_m Resolución a lo largo del eje X de la imagen tomada.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha aumentado la investigación y desarrollo de nuevas fuentes de energía renovable; uno de los avances más populares es la de los sistemas de concentración de radiación con el fin de elevar la temperatura de un fluido y utilizar la energía térmica de maneras distintas, como en el accionamiento de una turbina de generación eléctrica. La energía tiene gran potencial y tiene disponibilidad en la mayor parte del mundo. Se han desarrollado distintos tipos de sistemas concentradores como el colector de placa (FPC), colector parabólico compuesto (CPC), colector de tubo evacuado (ETC), colector de disco parabólico (CDP) y el colector cilíndrico parabólico (CCP). En todos estos sistemas de concentración, el índice de concentración debe ser alta y uniforme para un mejor aprovechamiento solar, que se refleja en una eficiencia de trabajo mayor.



En el caso del CCP, su grado de eficiencia es alto debido a que su método de concentración de energía no tiene procesos intermedios que absorban la radiación; estos rayos que inciden en su superficie son reflejados en una línea focal donde se encuentra un tubo receptor de vidrio, que absorbe el calor para los procesos termodinámicos internos gracias a que la superficie reflectora es un espejo cilíndrico-parabólico. Es por esta razón que el grado de eficiencia energético es elevado, sin embargo, los rayos del sol deben incidir de forma perpendicular sobre la superficie, por lo que se debe seguir la trayectoria del sol para conseguir el mayor grado de eficiencia posible. Por tal motivo, no deben existir deformaciones mecánicas en el sistema ni en la superficie reflectora; si esto ocurre, la eficiencia de concentración energética en el tubo de vidrio baja y, por consiguiente, el proceso termodinámico de transferencia energética decae.

CÁLCULO DE ALTURA DE UNA SUPERFICIE MEDIANTE TRIANGULACIÓN LÁSER

Los métodos láser para medición de distancias son una herramienta clave para el control de calidad en una gran cantidad de procesos industriales, métodos que permiten realizar determinaciones con gran precisión sin entrar en contacto físico con la pieza.

A. Metodología

El método se constituye de un sistema óptico (Sensor CMOS de Samsung S5K5E8 de cámara Xiaomi Redmi 4x), un láser de estado sólido de proyección en línea con una longitud de onda de 650 nm y con un soporte para una montura correspondiente a un riel de desplazamiento óptico graduado.

El sistema óptico se posicionó sobre un riel apuntando al plano de referencia, que es una pared completamente plana a 2 metros de distancia del sistema láser. El campo de visión de la cámara debe estar de forma que cubra toda el área de la superficie reflectora a analizar y de forma perpendicular al plano de referencia; de forma similar se colocó el láser en el riel óptico proyectando la línea láser de forma vertical sobre el plano referencial. El láser debe estar con un grado de inclinación $\alpha=40^\circ$ respecto al plano de referencia, y la línea láser se debe observar y colocar en el centro de la imagen captada por el sistema óptico, y se calibra colocándola en una posición donde la proyección láser quede justo en el centro del sensor.

El proceso de medición comienza colocando la superficie reflectora (espejo) del CCP frente al plano de referencia y proyectando la línea láser sobre éste, la proyección se refleja y distorsiona por los cambios de altura (ΔZ) del espejo, cambios que son captados por la cámara e interpretados como desplazamientos laterales en el sensor óptico (Δx) (ilustración 1); después se realiza un barrido lateral del espejo, moviendo la cámara y el láser de forma conjunta, para mantener el ángulo de inclinación entre estos dos. En cada avance se tomó una fotografía correspondiente al perfil (línea láser) del espejo a analizar; en este caso se tomaron 204 imágenes.

¡Error!

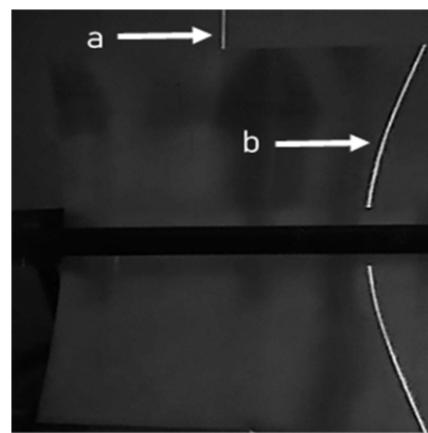


Ilustración 1. Colocación del espejo del CCP sobre el plano de referencia, a) línea laser reflejada en el plano de referencia. b) línea laser reflejada en la superficie del CCP y distorsionada por los cambios de altura.

B. Relación matemática para cálculo de altura en un punto.

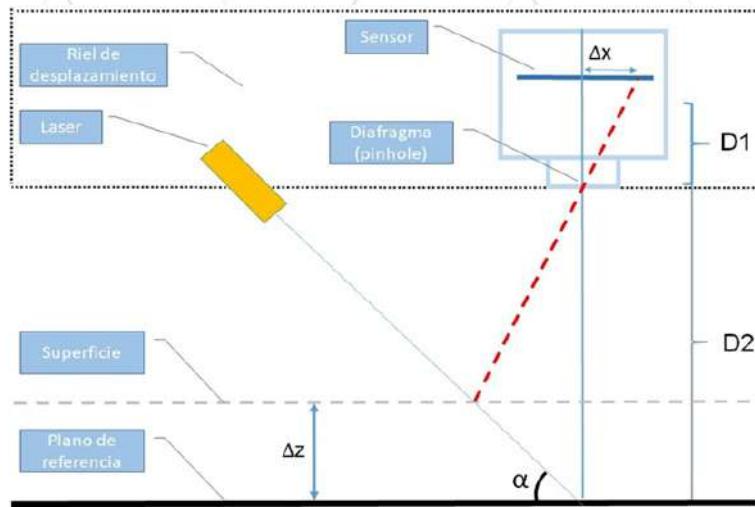


Ilustración 2. Esquema general del instrumento de medición por triangulación láser

$$\Delta z = \frac{D2 \left[\frac{\Delta x(px) * Ts}{Rm} \right] \tan(\alpha)}{D1 + \left[\frac{\Delta x(px) * Ts}{Rm} * \tan(\alpha) \right]} \quad (\text{Ec. 1})$$

En la ilustración 2 se muestra la línea laser reflejada sobre el plano de referencia y la proyección sobre éste es detectado por el sistema óptico. Cuando la línea láser se proyecta en una superficie que se encuentra por encima del plano de referencia, es reflejada sobre ésta y detectada por el sistema óptico como un desplazamiento del láser hacia una dirección lateral de la imagen (Δx (px)). Cualquier altura diferente (Δz) a la del plano de referencia causará un desplazamiento en la proyección del láser en la imagen captada por la cámara debido a la calibración.

El método relaciona la altura del espejo en un punto de la proyección, a partir del desplazamiento lateral captado en el sensor óptico, y la compara con la localización de la línea láser en el plano de referencia. Esta diferencia de localización es equivalente a la diferencia de altura entre el plano de referencia y el punto de la superficie analizado.

C. Procesamiento de imágenes digitales.

El procesamiento de imágenes digitales permite determinar las propiedades geométricas de una imagen; en este caso, este análisis es una herramienta para la medición de distancia entre la línea láser sobre el espejo y la línea referencial.

De forma general, el análisis de cada foto tomada por el instrumento es tratada y acondicionada de manera que solo se observe la línea láser. Posteriormente se aplican técnicas de filtración con el fin de obtener una imagen más suavizada, para luego segmentarla y realizar el cálculo de la posición del centro de la línea láser y compararla con la posición de ésta en el plano de referencia, obteniendo así el desplazamiento lateral (Δx (px)) de la línea láser en el sensor

óptico. Para ello se aplica la ecuación 1, que nos permite determinar la altura en ese segmento, y el dato se almacena en una matriz; luego se procede a analizar el siguiente segmento de la imagen hasta completar todo el perfil y continuar con el siguiente, que corresponde a la secuencia del barrido lateral.

Analizado las 204 imágenes obtenidas con 544.000 puntos, se obtiene una matriz con las alturas calculadas de cada segmento de cada imagen. Se puede visualizar la matriz como una imagen representando la altura de cada punto a lo largo de todo el espejo en un rango de color correspondiente a una altura específica, con la gama de azules alturas 0 a 50 mm y la gama de rojos con alturas de 140 a 160 mm.

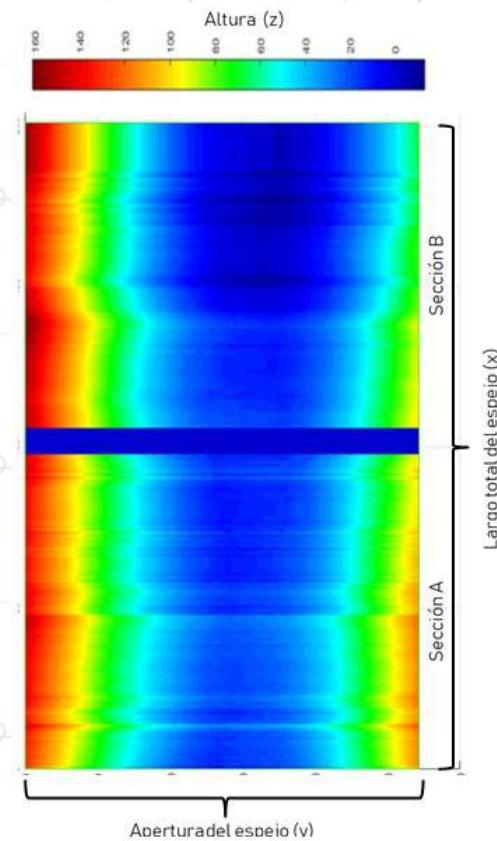


Ilustración 3.
Reconstrucción del
espejo representando
la altura en cada
punto en un rango
de color.

ANÁLISIS DEL CORRIMIENTO DEL FOCO CON LÁSER POR MEDIO DE LA GEOMETRÍA ÓPTICA.

El análisis geométrico del corrimiento de foco de la superficie determina la trayectoria real de los rayos del sol hacia el sistema de concentración, permitiendo la observación de las deformaciones existentes en la superficie reflectora.

D. Metodología

El método se basa en colocar un láser 650 nm en un riel óptico perpendicular a la superficie reflectora y situar una plantilla cuadriculada sobre el área de incidencia en el concentrador para medir el desplazamiento del foco con respecto a la línea focal ideal, la cual será nuestra referencia; se coloca una cámara digital (la misma utilizada en el método anterior) con un tiempo de exposición de 10s, teniendo el campo de visión de ésta apuntando al patrón cuadriculado. Posteriormente se realiza con el láser un desplazamiento lateral y paralelo a la línea focal el espejo, el láser impacta en la superficie del espejo y se refleja en el patrón cuadriculado correspondiente a la posición de la línea focal. Siendo un espejo cilíndrico parabólico ideal, la imagen del láser se debe mantener en la misma línea del patrón en todo el desplazamiento lateral, observándose la trayectoria de la línea focal real con respecto a la referencia. De existir deformaciones en la superficie del espejo, la imagen del láser tendrá desviaciones por encima y debajo de la línea de referencia.

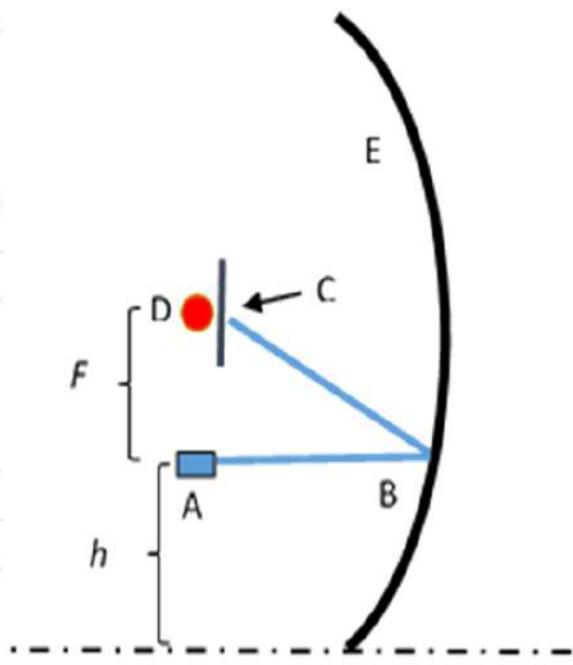


Ilustración 4. A. Puntero láser, B. Punto láser impactando la superficie del espejo, C. Reflejo del punto láser sobre el patrón cuadriculado, D. Línea focal del espejo con el patrón colocado enfrente, E. Superficie, F. Distancia entre el puntero láser y el origen del patrón.

Si el desplazamiento de la imagen del láser tiende a moverse hacia arriba con respecto a la línea focal de referencia, entonces la inclinación del espejo, en ese punto donde incide el láser, tiene un signo negativo, es decir, presenta una inclinación mayor a la que debería tener para que la imagen del láser se posicione en el origen del patrón. Por otro lado, si el desplazamiento es descendente a la referencia, entonces la inclinación en el punto de la superficie tiene una inclinación positiva (ilustración 5).

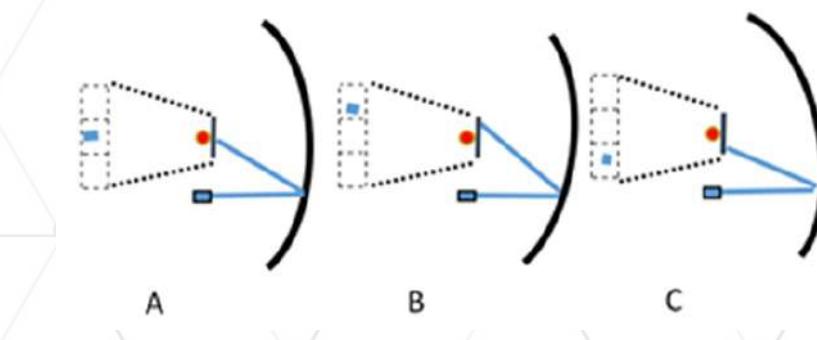


Ilustración 5
Representación de una sección de la superficie del espejo demostrando inclinaciones superficiales reflejados en el patrón sobre la línea focal. A. Inclinación nula (ideal), B. Inclinación mayor, C. Inclinación menor.

Iniciando la captura de la imagen con la cámara y realizando el barrido lateral del láser sobre el riel óptico, se obtiene una imagen que describe el haz reflejado que genera la superficie del espejo hacia el patrón cuadriculado.



Ilustración 6. Trayectoria lineal del láser reflejado en el patrón sobre el tubo concentrador visto desde la cámara.

A continuación, se cambia la altura para analizar otra sección del espejo y se realiza el mismo procedimiento, obteniendo una nueva imagen de la superficie en la cuadricula.

E. Desarrollo matemático.

Siguiendo el principio básico de las leyes de senos y cosenos, podemos determinar el punto de reflexión y cómo influiría el cambio de la inclinación.



Ilustración 7.
Análisis geométrico.

$$A + B + C = 180^\circ$$

(Esc. 2)

$$\alpha 2 + b2 + c2$$

(Esc. 3)

$$\sin B = b \alpha \cos B = c \alpha \tan B = b c$$

(Esc. 4)

$$\sin C = c \alpha \cos C = b \alpha \tan C = b c$$

(Esc. 5)

De la ilustración 7, observamos que c es la diferencia entre la distancia F y el desplazamiento en el patrón fuera del origen, b es la distancia entre el puntero láser y la superficie reflectora, y el ángulo C es el ángulo de inclinación del punto de la superficie.

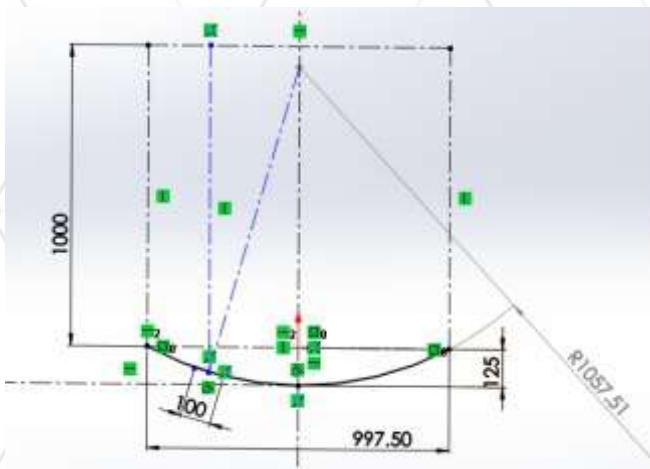


Ilustración 8. Curvatura ideal real obtenida por las mediciones del CCP ya construido analizando un punto en su geometría con respecto a su reflexión.

De este modo se construyen las curvaturas, a partir de las distintas inclinaciones presentes a lo largo de la curvatura ubicada en cada punto a lo largo del espejo. Como se muestra en la ilustración 8, la curvatura ideal real permite que la línea punteada azul, que representa el haz del láser, siempre se refleje en el foco de manera uniforme.

F. Procesamiento en un software CAD

Una vez que se diseña línea por línea en el software CAD, estas son colocadas una frente a otra para recubrir la superficie final y, como resultado, se obtiene un sólido que contiene las curvaturas de cada punto. En la ilustración 9, podemos observar que las curvaturas colocadas una frente a otra describen

patrones lineales no uniformes, debido a las distintas inclinaciones que conforman cada curvatura.

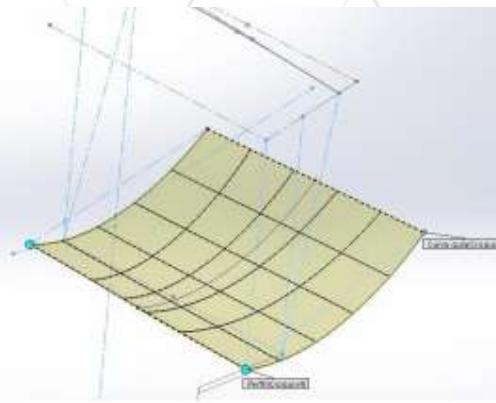


Ilustración 9. Construcción del espejo a partir de las desviaciones del láser captadas en la línea focal.

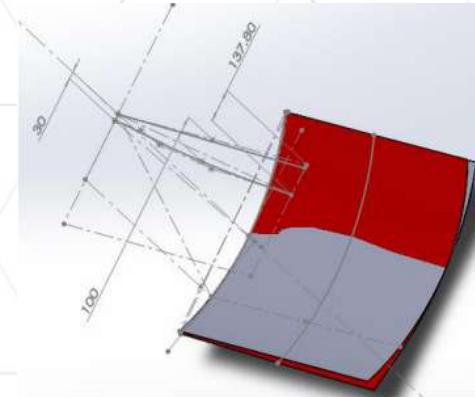


Ilustración 10. Medidas finales de desfase en el espejo A superpuestas entre el espejo ideal real (gris) y el espejo mapeado real (rojo).

En la ilustración 10 comparamos el espejo construido a partir de las distintas curvaturas adquiridas con las imágenes digitales (espejo de color rojo) con el espejo ideal (espejo de color gris). Ambos espejos son colocados con respecto al eje de referencia del foco de manera colineal y coincidente, teniendo como resultado la altura en la que cada costilla debe encontrarse con respecto a la posición ideal.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron dos métodos de mapeo de superficies para la localización e interpretación de los errores presentes en una superficie reflectora, a través del análisis geométrico por triangulación láser desde dos perspectivas distintas.

Realizando la reconstrucción 3D con los datos de los dos métodos utilizados, se compararon los resultados obtenidos por ambos métodos con el espejo sin deformaciones o ideal. De estas comparaciones, encontramos que los dos métodos coinciden en la localización y cálculo de deformaciones del espejo analizado, como se muestra en la ilustración 10.

Analizando los resultados de ambos métodos, se determinó que las deformaciones presentes en el espejo analizado provienen de las costillas que dan soporte y forma parabólica al espejo, y éstas se encuentran desacopladas de forma angular entre sí 19° , el cual es su punto más crítico con respecto al centro de la apertura del espejo en la sección B (ilustración 3). Este desacople causa un efecto de torsión en el resto de los soportes, dando lugar a que el espejo se flexione en su totalidad. Lo anterior, a su vez, ocasiona las desviaciones observadas en el segundo método, causando la mala focalización sobre el tubo de vidrio y la baja eficiencia de concentración en el colector.

En la tabla 1 se muestran las diferencias de alturas en la reconstrucción 3D del espejo con los datos de cada método, siendo comparadas con la reconstrucción del mismo espejo, pero con dimensiones ideales (sin deformaciones).

Los puntos corresponden a la localización de los extremos de las costillas, en los cuales se generan las mayores deformaciones.

Punto	Método 1	Diferencia (mm) Método 2
A	-3.2	-2.57
B	-13.6	-13.5
C	-2.4	-2.1
D	-27.1	-26.59
E	+6.4	6.13
F	-47.1	-45
G	+33.9	35
H	-60.9	-59

Tabla 1. Comparación de resultados de los puntos en los extremos de las costillas

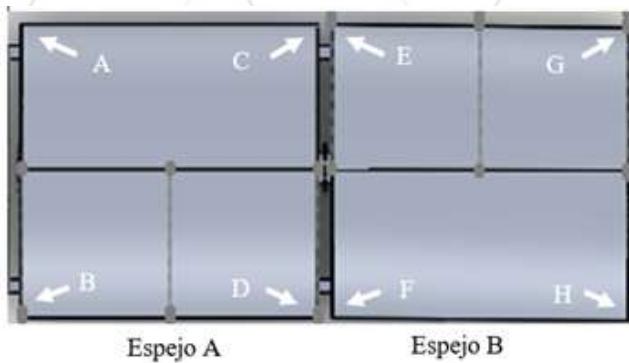


Ilustración 11. Localización de los puntos analizados de la tabla 1.

Por todo lo anterior, concluimos que:

- a) Con los dos métodos propuestos, encontramos los mismos puntos de variación y deformación de la superficie reflectora, dando validez a ambos y sin necesidad de utilizar sistemas de pruebas ópticas de alta tecnología.
- b) Las deformaciones son debidas a fuerzas de torsión por un mal ensamblaje mecánico, pero corregibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Moreno Oliva, V. I., Roman Hernandez, E., Rafael Esesarte, S. A., & Garcia Hernandez, R. (enero-julio de 2014). Prueba de calidad en la superficie reflectora de un concentrador solar de canal parabolico con el uso de luz estructurada. Ciencia UAT, 8 (2), 68-74. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/262485915>
- Cock Ramírez, J. D. (2000). El método de la triangulación laser aplicado a un escaner laser para objetos tridimensionales. Universidad UEFIT, 25-31.
- King, P., Comley, P., & Sansom, C. (2013). Parabolic trough surface form mapping using photogrammetry and its validation with a large Coordinate Measuring Machine P. Energy Procedia, 49, 118-125.
- Sansoni, P., Fontani, D., Mercatelli, L., Jafrancesco, D., Sani, E., Coraggia, S., ... Toccafondi, S. (2013). Mirror surface check on solar troughs by optical profilometry. Energy Procedia, 57, 2819-2827.
- Cuesta, E., Rico, C., Alvarez, B., & Blanco , D. (2005). Aplicaciones metrologicas y de ingenieria inversa de los laseres por triangulacion. Deformación Metálica, 59-73.
- Bautista López , R. Z. (2013). Medición de la topografía de objetos especulares por la técnica de reflexión de luz estructurada. León, Guanajuato.
- Paredes, J. S. (Agosto de 2013). Obtención del frente de onda automatizado para sistemas ópticos convergentes mediante la interferometría de desplazamiento lateral. Tonatzintla, Puebla, México.
- Rodríguez, A. C. (2007). Ronchi Test. En D. Malacara, Optical Shop Testing (págs. 317-360). Hoboken, New Jersey: Jhon Wiley & Sons.
- Aguilar, E. L. (1992). Prueba Nula de Ronchi - Hartmann. Revista Mexicana de Física, 150-161
- Aguirre, M. D. (Septiembre de 2014). Prueba Nula de Ronchi Dinámica. Tonatzintla, Puebla, México.

- D. Malacara - Doblado, I. G. (2007). Hartmann, Hartmann - Shack, and Other Screen Tests. En D. Malacara, Optical Shop Testing (págs. 361 - 397). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Technical Reports (Informes técnicos):
- E. E. Reber, R. L. Mitchell, and C. J. Carter, "Oxygen absorption in the Earth's atmosphere," Aerospace Corp., Los Angeles, CA, Tech. Rep. TR-0200 (4230-46)-3, Nov. 1968.
 - Unpublished Papers Presented at Conferences (Conferencias y presentaciones no publicadas):
 - D. Ebehard and E. Voges, "Digital single sideband detection for interferometric sensors," presented at the 2nd Int. Conf. Optical Fiber Sensors, Stuttgart, Germany, 1984.
- Published Papers from Conference Proceedings (Artículos presentados en conferencias publicados)
- Steffen Ulmer, B. H. (15 de Mayo de 2014). Slope Error Measurements of Parabolic Troughs Using The Reflected Image of The Absorber Tube. Obtenido de ResearchGate : https://www.researchgate.net/publication/224997834_Slope_Error_Measurements_in_tubes_of_parabolic_Troughs_Using_the_Reflected_Image_of_the_Absorber_Tube

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dra. Patricia Padilla Sosa y al Dr. Héctor Cerecedo Núñez, ambos investigadores de la Universidad Veracruzana, por el apoyo para el desarrollo de este trabajo a través del laboratorio de óptica de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana.

PROCESOS DE INTERACCIÓN DE LA LUZ CON MOLÉCULAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS

Héctor H. Cerecedo-Núñez¹
Barbara P. Dominguez-Capitaine²
Josué I. García-Ramírez¹
Patricia Padilla-Sosa¹

**Laboratorio de Óptica Aplicada,
Facultad de Física, Universidad
Veracruzana,¹**

Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Ver. México.

**Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Veracruzana,²**

Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, Xalapa, Ver. México.



RESUMEN

En este trabajo se describen los caminos que una molécula puede seguir al ser excitada por radiación luminosa, lo cual es importante para comprender los diferentes fenómenos que existen en la interacción de la luz con sustancias orgánicas e inorgánicas, y que además nos permitirá interpretar dichos fenómenos que se observan en la naturaleza y en laboratorio. Para realizar esta descripción, analizamos las clasificaciones ya existentes de estos mecanismos, así como las opciones para clasificar la interacción de la luz a través de la distinción entre los procesos foto-físicos y procesos foto-químicos, procesos radiativos y procesos no radiativos, donde el más favorable dependerá del tipo de molécula y de la naturaleza de los estados excitados implicados. Por tal motivo, en dicho trabajo nos enfocamos a describir cada uno de esos procesos, exemplificando los fenómenos con los que se relacionan.

1. INTRODUCCIÓN

La luz tiene un papel fundamental en todos aquellos compuestos con los que interactúa, por ejemplo, la interacción de la luz con los seres vivos da lugar a muchos procesos que son vitales para la vida terrestre, uno de ellos es la fotosíntesis. También podemos observar como las sustancias, al ser irradiadas, pueden absorber, transmitir o reflejar la luz. Dado este fenómeno, las moléculas que absorben radiación electromagnética conducen a la excitación de un electrón, llevándolo a un estado de mayor energía; como la molécula no puede permanecer por mucho tiempo en estado excitado, ésta busca diferentes caminos para perder el exceso de energía, entre los cuales

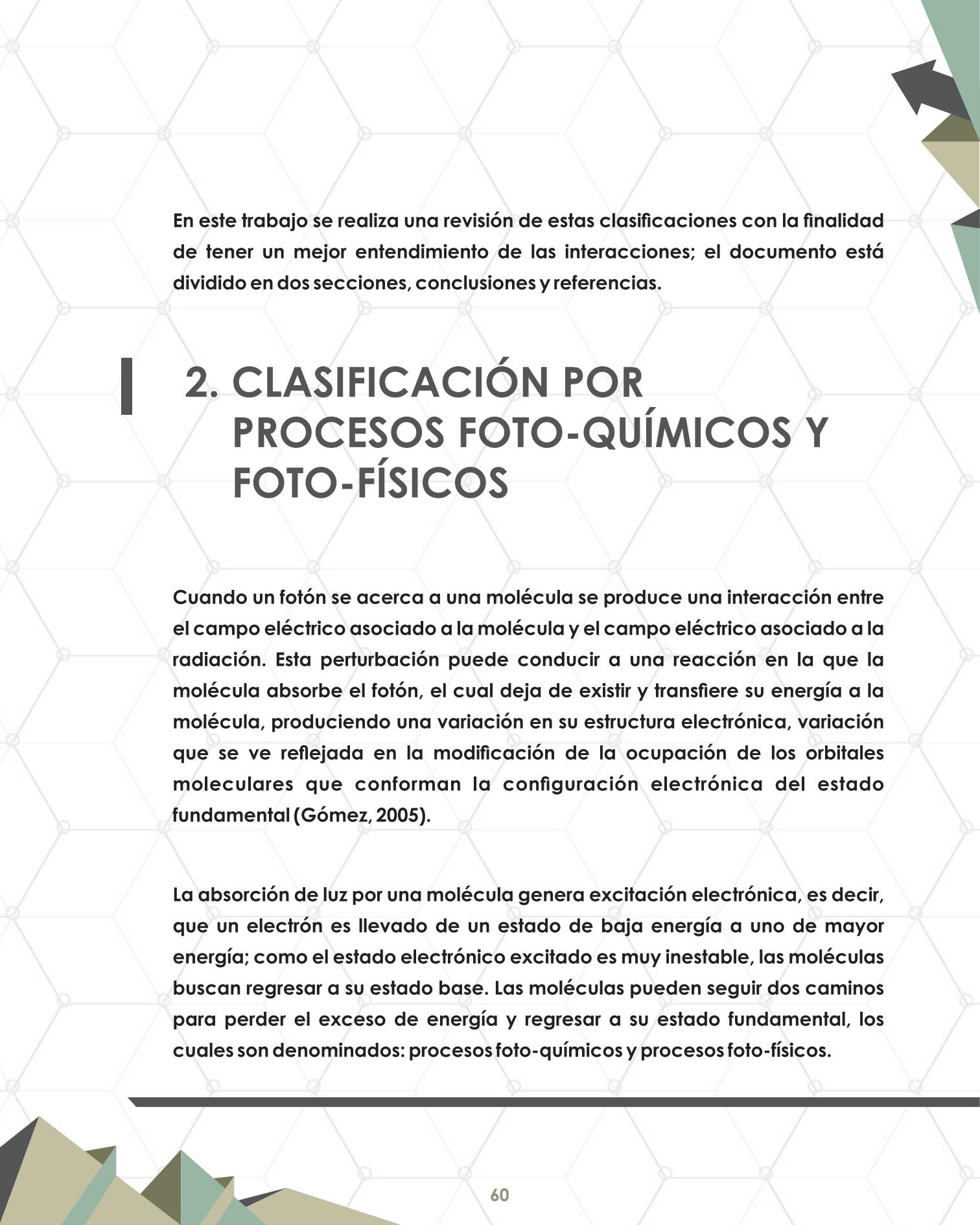
podemos encontrar dos clasificaciones: procesos foto-físicos y foto-químicos, y procesos radiativos y no radiativos.

Mientras que los procesos foto-físicos no afectan la naturaleza química de la molécula y la forma de desexcitación ocurra por fenómenos como la emisión de radiación electromagnética (fluorescencia y fosforescencia) o transferencia de calor, los procesos fotoquímicos generan estados altamente excitados que conllevan a una gran reactividad química, siendo ésta la gran diferencia entre ambos procesos. Por lo tanto se puede llevar a cabo una reacción química mediante luz, siempre y cuando ésta sea absorbida por alguna de las moléculas involucradas, llamándose así reacciones fotoquímicas.

En realidad, hay muchas vías posibles de desexcitación tanto foto-química como foto-física; la más favorable dependerá del tipo de molécula y de la naturaleza de los estados excitados implicados.

Por otro lado, los procesos radiativos se distinguen de los no radiativos porque los primeros implican la emisión de radiación electromagnética para ir desde el estado excitado hasta el estado electrónico fundamental, mientras que los no radiativos pueden pasar de un estado a otro sin ninguna emisión, dando como resultado efectos térmicos.

Una manera de clasificar todos estos fenómenos relacionados con la interacción de la luz es considerar que una clasificación en fenómenos foto-físicos y foto-químicos puede ser explicada mejor con la interacción de moléculas inorgánicas, y la clasificación de los mismos fenómenos en función de procesos radiativos y no radiativos conviene ser estudiada con las respuestas en sustancias orgánicas.



En este trabajo se realiza una revisión de estas clasificaciones con la finalidad de tener un mejor entendimiento de las interacciones; el documento está dividido en dos secciones, conclusiones y referencias.

2. CLASIFICACIÓN POR PROCESOS FOTO-QUÍMICOS Y FOTO-FÍSICOS

Cuando un fotón se acerca a una molécula se produce una interacción entre el campo eléctrico asociado a la molécula y el campo eléctrico asociado a la radiación. Esta perturbación puede conducir a una reacción en la que la molécula absorbe el fotón, el cual deja de existir y transfiere su energía a la molécula, produciendo una variación en su estructura electrónica, variación que se ve reflejada en la modificación de la ocupación de los orbitales moleculares que conforman la configuración electrónica del estado fundamental (Gómez, 2005).

La absorción de luz por una molécula genera excitación electrónica, es decir, que un electrón es llevado de un estado de baja energía a uno de mayor energía; como el estado electrónico excitado es muy inestable, las moléculas buscan regresar a su estado base. Las moléculas pueden seguir dos caminos para perder el exceso de energía y regresar a su estado fundamental, los cuales son denominados: procesos foto-químicos y procesos foto-físicos.

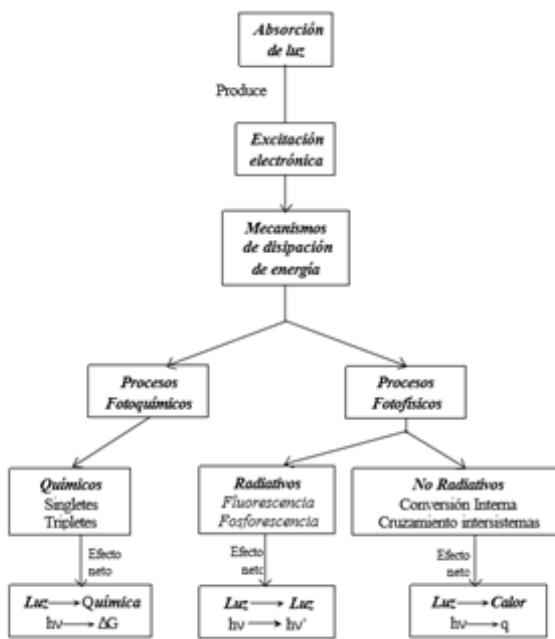


Figura 1. Procesos foto-químicos y foto-físicos. [Fuente: Lorente, C. (2003). Fotofísica y propiedades foto-sensibilizadoras de proteínas en solución acuosa. Argentina].

2.1. PROCESOS FOTO-QUÍMICOS

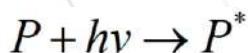
Un proceso foto-químico es intrínsecamente un fenómeno de naturaleza física, que involucra la absorción de un fotón de luz por una molécula produciendo estados electrónicamente excitados de gran reactividad química. (Lorente, 2003).

Cuando se irradia un medio absorbente, la luz puede ser transmitida, dispersada, refractada o absorbida. La primera ley de la fotoquímica establece que sólo la luz absorbida por el sistema puede ser efectiva para producir una reacción foto-química.

La segunda ley de la foto-química está establecida por la ley de Stark-Einstein de la equivalencia foto-química en la forma: “Cada molécula que interviene en una reacción foto-química absorbe un cuanto de luz” (Avery, 1982). Lo anterior quiere decir que cada molécula puede absorber un cuanto de energía y producir una molécula excitada; si cada una de dichas moléculas da lugar a una molécula de producto, el rendimiento cuántico es la unidad.

Las reacciones foto-químicas, entonces, se pueden definir como aquellas reacciones producidas por absorción de radiación ultravioleta, visible o infrarroja. Existen numerosas reacciones del estado fundamental que tiene su equivalente foto-químico. Entre ellas están las foto-adiciones, las foto-cicloadiciones, las foto-eliminaciones, las foto-enolizaciones, las transposiciones de foto-fries, las foto-isomerizaciones, las foto-oxidaciones, las foto-reducciones, las foto-sustituciones, etcétera.

La primera reacción que ocurre en todo proceso foto-químico se representa como:



Representa la molécula absorbente de luz en su nivel más bajo de energía (estado fundamental o basal), y hace referencia a un estado electrónicamente excitado de la misma molécula. La configuración electrónica, es decir, el número y distribución de los electrones de la molécula foto-excitada difiere de la del estado basal en que un electrón (en particular, uno de los electrones alojados en los orbitales externos, denominados electrones de valencia) ha sido promovido desde un orbital ocupado (lleno, con dos electrones) a otro superior, más energético, que se encontraba vacío (De la Rosa, 2005).

En consecuencia, la molécula absorbente energizada presenta dos orbitales semi-llenos con un único electrón cada uno, lo que provoca grandes cambios en sus propiedades de óxido reducción respecto a la misma molécula en su estado fundamental. Por una parte, puede ceder con mayor facilidad un electrón (en particular el electrón expelido al orbital más externo en este caso) y el pigmento foto-excitado presenta una menor energía de ionización (energía necesaria para quitarle un electrón) y un potencial de óxido reducción más negativo, es decir, más reductor. Por otra parte, puede alojar un electrón donado por alguna otra molécula en el hueco dejado por el electrón expelido; en este otro caso, el pigmento foto-excitado posee una mayor afinidad electrónica (energía liberada cuando la molécula acepta un electrón) y un potencial redox más positivo, es decir, más oxidante. La especie excitada es inestable y se descompone espontáneamente de diversas maneras, dando lugar a diferentes tipos de reacciones fotoquímicas como las mencionadas anteriormente.

En las reacciones de luminiscencia, la especie activada se estabiliza mediante la emisión de radiación electromagnética de longitud de onda en la zona visible del espectro electromagnético, emisión que se puede realizar de dos maneras, inmediatamente después de la absorción o al cabo de un cierto tiempo, las cuales se denominan fluorescencia y fosforescencia, respectivamente.

A continuación, presentaremos las reacciones foto-químicas más comúnmente utilizadas en síntesis orgánica.

2.1.1 REACCIONES DE FRAGMENTACIÓN

Los compuestos carbonílicos dan reacciones de escisión de enlace en posición gracias a la activación foto-química del grupo carbonilo, reacciones que son específicas del estado (n,p^*), bien sea en estado singlete o triplete, siendo la polarizabilidad del doble enlace C-O la misma en ambos casos; esta reacción es la que se conoce como reacción de escisión Norrish tipo I. Como consecuencia de la excitación del grupo carbonilo, el enlace C-C contiguo al grupo carbonilo se debilita debido a solapamiento de los electrones s con el orbital vacío n del átomo de oxígeno, lo cual da lugar a la formación de un par de radicales que reaccionan entre sí para dar lugar a productos estables.

2.1.2 REACCIONES DE FOTO-REDUCCIÓN INTERMOLECULAR

Los compuestos carbonílicos que poseen un estado excitado (n,p^*) triplete normalmente presentan una gran facilidad para perder un hidrógeno en la posición g, en presencia de una molécula dadora; este comportamiento es debido al carácter electrófilo del átomo de oxígeno en estado excitado. Un ejemplo clásico es la formación de pinacoles o de alcoholes terciarios a partir de cetonas.

2.1.3. FOTO-CICLOADICIONES

Las foto-cicloadiciones son una herramienta muy importante en la síntesis total de productos naturales, pues permiten la formación de ciclos de cuatro

átomos de carbono. En general, la estéreo-selectividad y regio-selectividad pueden ser controladas.

2.1.4. LA TRANSPOSICIÓN OXO-DI-METANO

Esta transposición consiste en la migración de la posición 1 a la 2 de un grupo acilo en cetonas α,β -insaturadas para obtener un ciclo-propilcetona, reacción que tiene lugar en el estado excitado (n,π^*) del grupo carbonilo, y por ello es necesario utilizar un sensibilizador cuya energía del nivel triplete sea seleccionada adecuadamente.

1.5. REACCIONES DE TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA FOTO-INDUCIDA

Las reacciones de transferencia electrónica foto-inducida han sido estudiadas exhaustivamente tanto desde el punto de vista mecánico como sintético. Muchas reacciones en el proceso foto-sintético se basan en este principio, de ahí su gran importancia; normalmente estas reacciones son poco agresivas y presentan gran selectividad.

En las ciclo-adiciones en las que se produce transferencia de electrones foto-inducida se obtiene mayor selectividad. Así, en la reacción de los éteres vinílicos irradiados en presencia de un aceptor de electrones, como el 1,4-

dicianobenceno con un alqueno, ésta procede por vía radical, obteniéndose mayoritariamente un solo isómero (Cabildo y col., 2012).

2. PROCESOS FOTO-FÍSICOS

Por otra parte, un proceso foto-físico involucra solo cambios en los estados cuánticos de las moléculas sin afectar su naturaleza química. Algunas de las formas físicas de desexcitación de las moléculas son la emisión de radiación electromagnética o transferencia de calor.

En realidad, hay muchas vías posibles de desexcitación foto-física, la más favorable dependerá del tipo de molécula y de la naturaleza de los estados excitados implicados. Estos caminos de desexcitación acostumbran ser procesos muy rápidos y se pueden clasificar en las siguientes categorías:

1. **Procesos radiativos.** Implican la emisión de radiación electromagnética desde el estado electrónicamente excitado para regresar al estado electrónico fundamental.
2. **Procesos no radiativos.** La población del estado inicialmente excitado se transfiere a otro estado sin que le acompañe ninguna emisión.
3. **Procesos de quenching.** Procesos de desexcitación bi o trimoleculares que implican la transferencia de energía de la molécula inicialmente excitada a otras partículas mediante choques inelásticos.

2.1. PROCESOS RADIATIVOS

Los procesos de emisión radiativos son la fluorescencia y la fosforescencia; en ambos fenómenos las moléculas que han absorbido radiación emiten luz. La emisión se denomina fluorescencia si la emisión ocurre desde un estado electrónico de igual multiplicidad de spin que el estado basal, siendo así una transición fuertemente permitida y por lo tanto muy rápida. Por otro lado, la emisión conocida como fosforescencia es una transición entre estados de diferente multiplicidad de spin, es decir, una transición teóricamente prohibida; la transición puede ocurrir, pero generalmente es de menor intensidad y ocurre más lentamente (Lorente , 2003).

2.1.1. FLUORESCENCIA Y FOSFORESCENCIA

La fluorescencia es un fenómeno no muy común, pero la fosforescencia es aún menos frecuente de presentarse en sistemas químicos; esta última está confinada a compuestos químicos muy específicos y bajo condiciones extraordinarias. Para que los procesos de desactivación por fluorescencia puedan competir con los procesos de desactivación por fosforescencia y por relajaciones no radiativas, el medio debe ser altamente viscoso y la temperatura del sistema debe ser del orden de la temperatura del nitrógeno líquido aunque hay excepciones, sobre todo en sólidos en los cuales la fosforescencia se presenta en condiciones normales; por ejemplo, el mineral wilmenita ($ZnSiO_4$), cuando es excitado con radiación ultravioleta, fosforesce en condiciones ordinarias, y el tiempo que dura la fosforescencia es alrededor de 340 horas después de que ha cesado la excitación. Una diferencia específica entre la fluorescencia y la fosforescencia es el tiempo de duración

del fenómeno, ya que la fluorescencia cesa de inmediato una vez que la fuente de excitación ha sido retirada de la sustancia (<10 s), mientras que la fosforescencia dura al menos 10^4 s y en algunos casos hasta horas, como en el caso de la wilmenita (Skoog, 1994).

2.1.2. FACTORES QUE AFECTAN LA FLUORESCENCIA

1. Estructura: La fluorescencia se presenta más comúnmente y en forma más intensa, con compuestos que tienen grupos funcionales aromáticos con bajas energías de transición $p \rightarrow p^*$. Compuestos que tienen estructuras de carbonilos alifáticos y alicíclicos o de dobles enlaces conjugados con un alto grado de estabilidad de resonancia también pueden presentar fluorescencia, pero el número de éstos es relativamente pequeño comparado con el número de sistemas aromáticos fluorescentes. La sustitución del grupo funcional en el anillo de benceno cambia la longitud de onda de máxima absorción con un cambio correspondiente en la posición e intensidad de la línea de emisión de fluorescencia.
2. Temperatura y naturaleza del solvente: El efecto de un aumento en la temperatura incrementa el número de choques moleculares, por lo que la desactivación tiende a efectuarse a través de procesos no radiativos y, por lo tanto, se inhibe la fluorescencia. La viscosidad del solvente tiene efectos similares, pues a mayor viscosidad menor número de choques moleculares y mayor intensidad de fluorescencia. La polaridad del solvente también tiene

tiene influencia en la fluorescencia debido al efecto hipsocrómico y batocrómico que el solvente ejerce sobre el compuesto.

3. Efecto del pH: Debido a las diferentes formas químicas que son posibles de existir a diferentes condiciones de pH, la intensidad de fluorescencia también es afectada por este factor; por ejemplo, el fenol y el ion fenolato tienen diferentes propiedades fluorescentes, por lo que, si las condiciones son de pH básico, la especie estará en el equilibrio químico en la forma del fenol y/o ion fenolato, afectando así la intensidad de fluorescencia.

4. Efecto del oxígeno disuelto: Debido al paramagnetismo de la molécula de oxígeno, ésta tiende a desactivar cualquier estado activado por oxidación foto-química de la especie foto-luminiscente, provoca cruzamiento intersistemas y conversiones de las moléculas excitadas al estado triplete, por lo que es deseable que el oxígeno no se encuentre presente en solución o su concentración sea mínima.

2.2. PROCESOS NO RADIATIVOS

Las desexcitaciones no radiativas implican la conversión de un estado cuántico molecular en otro sin que se produzca una emisión de radiación. Estrictamente hablando, todas las desexcitaciones que no emiten radiación son no radiativas; ; sin embargo, se acostumbra a utilizar el término no radiativo para definir un proceso intramolecular, es decir, una transición que ocurre

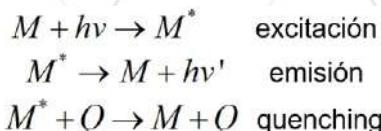
entre estados cuánticos de una molécula individual sin necesidad de perturbaciones externas como colisiones con otras partículas. Existen dos tipos diferentes de desexcitaciones no radiativas según las multiplicidades de espín de los estados implicados.

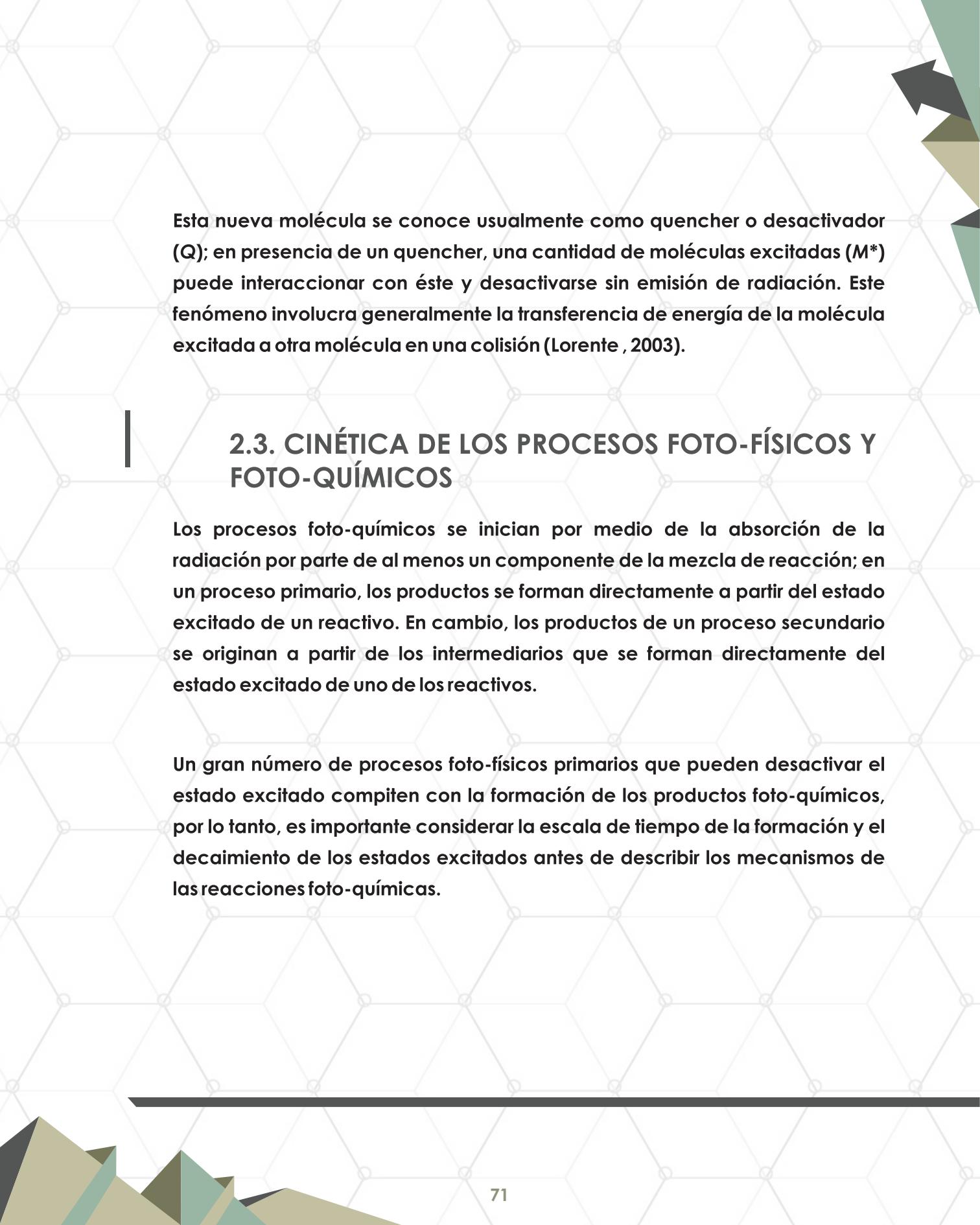
La conversión interna (IC, internal conversion) supone la transferencia de población entre estados electrónicos de igual multiplicidad de espín, mientras que en el cruce entre sistemas (ISC, intersystem crossing) la transferencia de población tiene lugar entre estados electrónicos de diferente multiplicidad de espín (Gómez, 2005).

Las transiciones horizontales entre estados, por conversión interna o cruzamiento intersistemas, dejan a la molécula con un exceso de energía vibracional. En solución, esta energía es rápidamente removida por colisiones con moléculas del solvente en un proceso denominado relajación vibracional (VR) (Lorente , 2003).

2.2.3. PROCESOS DE QUENCHING

Cuando en el medio de reacción se encuentra otra molécula capaz de reaccionar con el estado excitado, aparece un nuevo camino de desactivación que compite con la emisión:





Esta nueva molécula se conoce usualmente como quencher o desactivador (Q); en presencia de un quencher, una cantidad de moléculas excitadas (M^*) puede interaccionar con éste y desactivarse sin emisión de radiación. Este fenómeno involucra generalmente la transferencia de energía de la molécula excitada a otra molécula en una colisión (Lorente , 2003).

2.3. CINÉTICA DE LOS PROCESOS FOTO-FÍSICOS Y FOTO-QUÍMICOS

Los procesos foto-químicos se inicián por medio de la absorción de la radiación por parte de al menos un componente de la mezcla de reacción; en un proceso primario, los productos se forman directamente a partir del estado excitado de un reactivo. En cambio, los productos de un proceso secundario se originan a partir de los intermediarios que se forman directamente del estado excitado de uno de los reactivos.

Un gran número de procesos foto-físicos primarios que pueden desactivar el estado excitado compiten con la formación de los productos foto-químicos, por lo tanto, es importante considerar la escala de tiempo de la formación y el decaimiento de los estados excitados antes de describir los mecanismos de las reacciones foto-químicas.

2.3.1 ESCALAS DE TIEMPO DE LOS PROCESOS FOTO-FÍSICOS

Las transiciones electrónicas causadas por absorción de la radiación ultravioleta y visible tienen lugar dentro de los 10^{-16} - 10^{-15} s, por lo que se espera que el límite superior para la constante de velocidad de una reacción foto-química de primer orden sea alrededor de 10^{-16} s⁻¹. La fluorescencia es un proceso más lento que la absorción, con un tiempo de vida generalmente de 10^{-12} - 10^{-6} s; por consiguiente, el estado singlete excitado puede iniciar en forma muy rápida las reacciones foto-químicas en una escala de tiempo del orden de los femto-segundos 10^{-15} s a pico-segundos 10^2 s.

Los tiempos de cruzamiento entre sistemas y de fosforescencia usuales para moléculas orgánicas grandes son 10^{-12} - 10^{-4} s y 10^{-6} - 10^{-1} s, respectivamente. En consecuencia, los estados triplete excitados son foto-químicamente importantes; de hecho, dado que el decaimiento de la fosforescencia es varios órdenes de magnitud más lento que las reacciones más comunes, las especies en los estados triplete excitados pueden experimentar un gran número de colisiones con otros reactivos antes de su desactivación. Además, la relación entre las velocidades de reacción y los tiempos de vida de los estados excitados es un factor muy importante en la determinación de la factibilidad cinética de un proceso foto-químico.

2.3.2 EL RENDIMIENTO CUÁNTICO PRIMARIO

Las velocidades de desactivación del estado excitado por medio de los procesos radiantes, no radiantes y químicos determinan el rendimiento del producto en una reacción foto-química. Concretamente, el rendimiento

cuántico primario ϕ se define como el número de eventos foto-físicos o foto-químicos que originan los productos primarios, dividido el número de fotones absorbidos por la molécula en el mismo intervalo. Asimismo, se deduce que el rendimiento cuántico primario es también la velocidad de absorción del fotón.

Una molécula en el estado excitado debe decaer hasta alcanzar el estado fundamental o formar un producto foto-químico; por lo tanto, el número total de moléculas desactivadas por medio de procesos radiantes y reacciones foto-químicas debe ser igual al número de especies excitadas producidas por la absorción de la luz (Atkins y col., 2008).

3. CLASIFICACIÓN POR PROCESOS RADIATIVOS Y NO RADIATIVOS

Las células presentan una amplia variedad de procesos foto-físicos y foto-químicos, seguidos por la absorción de la luz. Algunos de estos procesos se muestran a continuación:

La absorción de un fotón del rango ultravioleta o visible promueve un electrón desde un estado fundamental a un estado excitado con la conservación de la orientación del espín. Por ejemplo, cuando un par de electrones ocupan el mínimo estado basal electrónico, los cuales tienen espines opuestos (apareados), se dice que están en un estado singulete fundamental; la absorción de un fotón promueve uno de los electrones a un estado singulete excitado.

3.1 PROCESOS RADIATIVOS

3.1.1 FLUORESCENCIA Y FOSFORESCENCIA

La emisión de un fotón desde un estado singulete excitado al estado singulete fundamental se le conoce como fluorescencia. El tiempo de vida del electrón en el estado singulete excitado es de 10^{-5} - 10^{-8} s, por consiguiente, la fluorescencia decrece rápidamente después de que la fuente de la excitación es retirada. En algunos casos, un estado singulete excitado es transformado a un estado triplete excitado en donde el espín del electrón invierte su orientación y queda desapareado con el electrón del estado fundamental. Por otro lado, la emisión entre un estado triplete excitado y un estado singulete fundamental se le llama fosforescencia. El tiempo de vida de la fosforescencia es de 10^{-4} - 10^4 s, por lo que la fosforescencia puede continuar durante algún tiempo después de que se retira la fuente de la excitación. Para el caso de los componentes celulares o biológicos a la fluorescencia, se le conoce también como fluorescencia endógena o autofluorescencia, y el constituyente emisor se denomina fluoróforo endógeno (también llamado fluorocromo). En cambio, la fosforescencia no se observa generalmente en componentes celulares (Prasad, 2003).

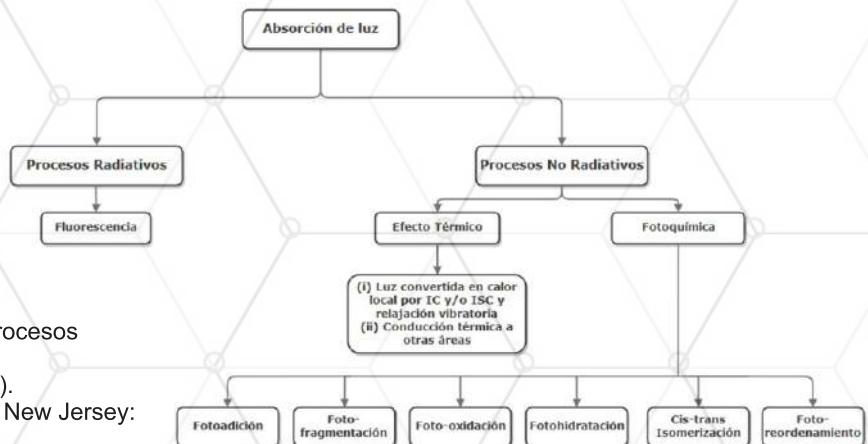


Figura 2. Clasificación por procesos radiativos y no radiativos
[Fuente: Prasad, P. N. (2003). Introduction to biophotonics. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.].

3.2 PROCESOS NO RADIATIVOS

3.2.1 EFECTOS TÉRMICOS

Los efectos térmicos resultan de la conversión de la energía de la luz al calor a través de una combinación de procesos no radiativos, como la conversión interna (IC), el cruce entre intersistemas (ISC) y relajaciones vibratorias.

Como ya se ha mencionado, el término conversión interna describe los procesos intermoleculares por los cuales la molécula pasa a un estado electrónico de igual multiplicidad, pero de más baja energía sin emisión de radiación, proceso particularmente eficaz cuando dos niveles de energía electrónicos están lo suficientemente próximos como para que haya un solapamiento de los niveles de energía vibracional.

El cruzamiento entre sistemas es un proceso en el cual se invierte el espín de un electrón excitado y, por tanto, ocurre la transformación de un estado singulete a triplete o viceversa; al igual que en la conversión interna, la probabilidad de esta transición aumenta si los niveles vibracionales de los dos estados se solapan. Mediante la relajación vibracional, una molécula puede caer a cualquiera de los diversos niveles vibracionales como consecuencia de colisiones entre las moléculas de especies excitadas. Esta forma de relajación es muy eficiente, prueba de ello es que la mayoría de las moléculas no son fluorescentes; además, las bandas de emisión siempre se observan desplazadas hacia longitudes de ondas más largas respecto a las bandas de absorción. Por lo tanto, el camino más propicio hacia el estado fundamental es aquel que minimiza el tiempo de vida del estado excitado, por lo que, si la desactivación por fluorescencia es más rápida que los procesos no radiantes, se observa tal emisión.

3.2.2 FOTO-QUÍMICA

Como se vio anteriormente, los procesos foto-químicos son diversos, pero para componentes celulares podemos observar algunos ejemplos.

3.2.2.1 FOTO-ADICIÓN

Un importante proceso de foto-adición responsable de las lesiones moleculares inducidas por UV en el ADN es la foto-dimerización de timina. Otra importante foto-adición es la de la cristeína (en proteína) a la timina (en ADN), que puede conducir a la reticulación foto-química del ADN a la proteína.

3.2.2.2 FOTO-FRAGMENTACIÓN

En una reacción de foto-fragmentación, la molécula original, cuando está foto-excitada, se descompone en pequeños fragmentos químicos por la escisión de un enlace químico. Este tipo de reacción es muy común en las moléculas cuando se expone a rayos UV de longitud de onda corta; un ejemplo es la foto-fragmentación de riboflavina.

3.2.2.3 FOTO-OXIDACIÓN

Aquí la molécula, cuando está excitada, añade una molécula de oxígeno del entorno (un proceso químico llamado oxidación); un claro ejemplo es la fotooxidación del colesterol.

3.2.2.4 FOTO-HIDRATACIÓN

Este tipo de reacción también es responsable de crear lesiones en el ADN, y consiste en que una molécula excitada añade una molécula de agua para producir un nuevo producto como para el uracilo.

3.2.2.5 FOTO-ISOMERIZACIÓN

La foto-isomerización se refiere específicamente al cambio de geometría o conformación de estereoisómeros. Un proceso importante de foto-isomerización responsable de la visión retinal es el de *11-cis-retinal*, que al excitar gira 180° alrededor de un doble enlace para producir un isómero geométrico, el *all-trans-retinal*.

3.2.2.6 FOTO-REORDENAMIENTO

En este proceso foto-inducido, la fórmula química de la molécula no cambia, solamente ocurre un reordenamiento de enlaces como ocurre para el *7-deshidrocolesterol* en la piel, que a la exposición UV produce vitamina D. (Prasad, 2003).

CONCLUSIONES

Es importante conocer la clasificación de los procesos de interacción luz-materia y comprender cada uno de los fenómenos que se presentan a partir de ésta; como se describió, los efectos foto-físicos y foto-químicos están altamente presentes en muchos de los fenómenos que conocemos. Después de realizar esta revisión, se puede comprender como estos procesos están estrechamente ligados, y que, en algunos casos, la presencia de alguno de ellos conlleva a la aparición del otro. Además, cabe resaltar que las clasificaciones presentadas toman diferentes enfoques, ya que una parte de la distinción entre procesos físicos y químicos es relacionada con radiación, mientras que la segunda clasificación aborda los fenómenos partiendo de la distinción entre aquellos que emiten luz y los que no lo hacen.

Uno de los aspectos importantes de mencionar es la gran relevancia de los procesos foto-físicos y foto-químicos hoy en día, ya que pueden ser ampliamente aplicados en áreas como: síntesis química, biología, medicina y tecnología. Por ejemplo, la foto-química es ampliamente utilizada en la síntesis de compuestos químicos, especialmente en química fina, y también en la degradación de compuestos contaminantes, que pueden ser de grado farmacéutico u orgánico, en superficies o fluidos y en la producción de microorganismos en foto-biorreactores.

Por otro lado, los procesos foto-físicos, como la fluorescencia y la fosforescencia, están siendo aplicados en el campo de la medicina y la biología, con el desarrollo de quimio-sensores capaces de detectar y analizar moléculas vitales en sistemas vivos o de importancia ambiental; uno de los casos concretos es el desarrollo de quimio-sensores como herramientas en la detección de enfermedades como diabetes o cáncer.

BIBLIOGRAFÍA

- Atkins, P., & De Paula, J. (2008). Química Física. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Avery, H. E. (1982). Cinética química básica y mecanismos de reacción. Barcelona: Reverté S.A.
Cabildo Miranda, M. (2012). Procesos orgánicos de bajo impacto ambiental. Química verde. Madrid: UNED.
- De la Rosa Acosta, M. Á. (2005). La luz en biología: Aplicaciones de interés agrícola e industrial. Sevilla.
- Gomez Lara, I. (2005). Estudio AB initio de mecanismos de reacción en sistemas moleculares fotosensibles.
- Lorente , C. (2003). Fotofísica y propiedades fotosensibilizadoras de pterinas en solución acuosa. Argentina.
- Prasad, P. N. (2003). Introduction to Biophotonics. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Skoog, D. (1994). Análisis Instrumental. McGraw-Hill.

SISTEMAS COLOIDALES CONFINADOS EN CANALES CUASI-UNIDIMENSIONALES

José Marcos Falcón-González¹
Manuel Prisciliano Ralero De la Mora²
Salvador Herrera-Velarde²

**Unidad Profesional Interdisciplinaria
de Ingeniería Campus Guanajuato¹**

Instituto Politécnico Nacional

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa²

Reserva territorial s/n, col. Sta. Bárbara, cp 910962



RESUMEN

El comportamiento estructural y dinámico de partículas en situaciones de alto confinamiento es un fenómeno que ocurre en una gran diversidad de escenarios naturales e industriales; debido a las implicaciones a nivel de ciencia básica y las aplicaciones asociadas al transporte de material bajo severas condiciones de confinamiento, se ha generado gran interés en la comunidad científica por entender los mecanismos de acomodamiento y transporte a lo largo del canal confinante. A la fecha, está claro que para controlar la dinámica de las partículas es indispensable mejorar nuestra comprensión del proceso de difusión a lo largo del canal, y, en este contexto, las interacciones partícula-partícula y partícula-pared juegan un papel central en el comportamiento de fase del sistema. En este trabajo se presentan resultados de dinámica molecular de las propiedades estructurales y difusivas de sistemas de partículas coloidales que interactúan a través de un potencial repulsivo y están confinadas en geometrías quasi-unidimensionales. La evolución dinámica del sistema se monitorea a través del desplazamiento cuadrático medio, mientras que el comportamiento estructural se analiza con la función de distribución radial a lo largo del canal; en particular, se discute cómo la geometría del canal confinante afecta tanto la difusión como la distribución de partículas.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el estudio de propiedades dinámicas en canales o geometrías quasi-unidimensionales (Q1D) se ha convertido tanto desde el punto de vista experimental como teórico en un fascinante tema de investigación científica, lo cual se debe a que el comportamiento dinámico de fluidos en geometrías restringidas es muy diferente a aquél que se tiene en el bulto (3D). Por ejemplo, cuando el canal es tan angosto que obliga a las partículas a permanecer en fila sin que exista la posibilidad de que cualquiera de ellas se adelante o atrasé respecto a las partículas vecinas, se presentan correlaciones en los desplazamientos de tal forma que el movimiento de una partícula individual requiere del movimiento de muchas partículas en la misma dirección, dependencia que surge en la dinámica y se ve reflejada en un movimiento “anómalo” subdifusivo. El estudio y comprensión de los procesos dinámicos en sistemas que exhiben un comportamiento anómalo difusivo posee gran importancia en diversas disciplinas que van desde física, química hasta biología y medicina. En particular, el estudio de propiedades de transporte en geometrías Q1D ha sido crucial para entender el comportamiento de fase en sistemas muy variados, tales como tráfico vehicular, dispositivos microfluídicos, transporte de moléculas en zeolitas, entre muchos otros¹⁻⁴.

Debido a que en la gran mayoría de las situaciones reales las partículas no sólo interaccionan con ellas, sino que también están sujetas a la interacción con la superficie del canal confinante en el que se mueven, es de gran relevancia para fines científicos y prácticos investigar el efecto que tienen las paredes del canal sobre las propiedades dinámicas y estructurales del sistema^{1,2}.



En este trabajo presentamos resultados de simulación computacional para sistemas coloidales de partículas que interactúan con un potencial repulsivo de corto alcance y que están restringidas a moverse en canales Q1D, donde se obliga al sistema a preservar la estructura de una sola fila. Para las simulaciones se utiliza la metodología de dinámica molecular (DM) usando el software libre ESPResSo, y en este caso se realizó un análisis sistemático de la dinámica y estructura considerando dos geometrías confinantes: cilindro y rectangular. Encontramos clara evidencia de que el sistema sufre una transición de un estado desordenado a otro más ordenado en función del grado de confinamiento, y que el comportamiento de acomodo tipo helicoidal observado en trabajos previos en canales cilíndricos también está presente para canales rectangulares.

TEORÍA

En los últimos años, el estudio de propiedades dinámicas y estructurales de partículas esféricas en canales uni-dimensionales (1D) o quasi-dimensionales (Q1D) ha sido objeto de un constante e intenso trabajo de investigación teórico, experimental y de simulación computacional^{1,2}. En particular, el aparente congelamiento de diferentes tipos de suspensiones coloidales en geometrías cilíndricas Q1D¹⁻⁴ ha generado gran interés debido a su similitud con problemas más complejos, tales como la formación de fibras supramoleculares en geles, plegamiento de polímeros, entre otros³.



Figura 1: (a) Figura representativa de la difusión de una sola fila (SFD). Ninguna de las partículas se puede adelantar o retrasar respecto a las partículas vecinas, de tal forma que la configuración de la fila nunca se ve alterada. (b) Canal de luz creado experimentalmente^{1,2} para el estudio del fenómeno de SFD.

El transporte de material bajo condiciones de confinamiento ocurre tanto en la naturaleza como en aplicaciones industriales, ejemplos de ello es el transporte de partículas en sistemas biológicos, tal como es el paso de iones a través de canales; procesos similares ocurren en el interior de la célula a lo largo de filamentos y microtúbulos. Por otro lado, el confinamiento puede ser importante en la difusión de las células mismas; además, avances recientes en nanotecnología ha permitido desarrollar nanoporos sintéticos y dispositivos microfluídicos que pueden ser utilizados para el monitoreo de partículas individuales^{5,6}. Una característica común en la gran mayoría de los sistemas confinados es la competencia entre el movimiento de las partículas (comúnmente estocástico) y las restricciones geométricas. Otros factores entran en juego si, en lugar de una sola partícula o molécula, se tiene una colección de partículas interactuantes, y entender la forma en que estas características se combinan para producir el comportamiento global del sistema es un factor crucial en la búsqueda por controlar y manipular las propiedades del sistema, lo cual abre las puertas a una mejor explotación de muchos fenómenos del mundo real, así como procesos industriales, como la recuperación de petróleo subterráneo, por citar un ejemplo⁷.

Resultados teóricos, experimentales y de simulación computacional reportados en la literatura bajo condiciones de confinamiento cilíndrico^{8,9} muestran que, para este tipo de sistemas, la interacción partícula-canal, el diámetro del poro y el alcance del potencial de interacción entre partículas tienen un efecto significativo en las propiedades estructurales y dinámicas del sistema.

El proceso difusivo de partículas confinadas en geometrías 1D o Q1D, donde el pasaje mutuo de partículas es imposible, es decir, en canales donde una partícula no puede adelantarse ni atrasarse respecto a sus partículas vecinas (figura 1a), se conoce como difusión de una sola fila o SFD por sus siglas en inglés: "Single File Diffusion" (por comodidad, a partir de este momento conservaremos la abreviación SFD para referirnos a la difusión de una sola fila). Por lo tanto, debido a las restricciones presentes en el sistema, la secuencia inicial de partículas a lo largo del canal permanece inalterada con el tiempo t , lo cual da lugar a un comportamiento difusivo diferente al observado en 2D y 3D. Aunque los resultados teóricos del movimiento difusivo en 1D para partículas con interacción del tipo esfera dura datan desde los sesentas^{1,2}, fue sólo hasta hace unos años que la extensión natural a partículas interactuantes fue derivada por Kollmann^{1,2}, quien mostró que el comportamiento no-fickiano es válido para sistemas coloidales y atómicos homogéneos, independientemente de la naturaleza del potencial de interacción siempre que las correlaciones entre partículas sean de alcance finito y que las partículas interactúen de forma idéntica,

$$\lim_{t \gg \tau} W(t) = 2F\sqrt{t},$$

donde $W(t)$ es la abreviación usual para el desplazamiento cuadrático medio, τ es el denominado tiempo de interacción, es decir, el tiempo que una partícula necesita para desplazarse una fracción significativa de la distancia promedio entre partículas y F es el factor de movilidad en 1D.

La corroboración experimental del fenómeno de SFD para el caso sin campos externos se realizó[□] de forma exitosa en años recientes por diversos grupos experimentales. En particular, Lutz et. al.^{1,2} crearon canales circulares en 1D mediante el uso de pinzas ópticas, y de esta forma lograron confinar partículas cargadas en canales de luz, en los cuales no existe interacción partícula-canal (figura 1b). Por otro lado, solo recientemente se ha comenzado a estudiar el confinamiento en canales Q1D con geometría 3D^{5,6}.

De los resultados más interesantes en canales tipo cilindro es el acomodo de las partículas en estructuras helicoidales, arreglo de partículas que ha sido observado en esferas duras, fulerenos C₆₀ y coloides⁹. Aparte del interés en comprender el mecanismo de formación para este tipo de estructura y sus posibles implicaciones prácticas, está el hecho altamente atractivo de la posibilidad de una transición de fase orientacional para este tipo de sistemas⁹. Cabe mencionar que el arreglo helicoidal a lo largo de canales confinantes Q1D solo ha sido reportado en canales cilíndricos.

En este trabajo extendemos la metodología de nuestras contribuciones previas^{1,2} para sistemas estrictamente 1D, a sistemas Q1D, donde ahora modelamos de manera explícita la presencia del canal que confina a las partículas. En nuestras simulaciones empleamos dos tipos de confinamiento geométrico: canales rectangulares (paralelepípedo) y poros cilíndricos (figura 2).

Independientemente de la forma geométrica del confinamiento, un aspecto esencial de nuestro estudio es preservar la condición de difusión de una sola fila, es decir, el confinamiento es tal que no se permite el paso mutuo de partículas a lo largo de todo el canal. Además, restringimos que el valor del área transversal de los canales sea la misma (figura 2c). Bajo estas condiciones calculamos los observables físicos que nos permiten monitorear la estructura y dinámica del sistema.

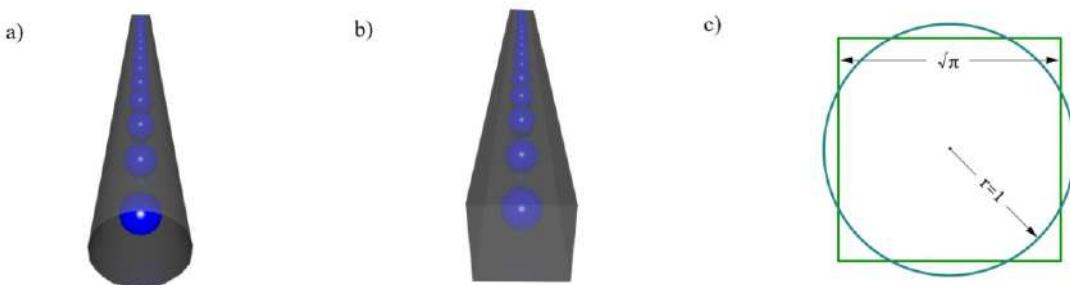


Figura 2: Figura representativa del tipo de confinamiento geométrico Q1D. a) Poro cilíndrico y (b) Canal rectangular; las esferas azules representan a los coloides a lo largo del eje del canal. c) El ancho de cada canal se ajusta de tal forma que el área del círculo y del cuadrado sean la misma.

Para obtener información de la estructura del sistema al interior del canal, calculamos la función de distribución a pares $g(x)$ y el factor de estructura estático $S_q(x)$; mientras el comportamiento difusivo se obtiene del desplazamiento cuadrático medio (MSD), $W(t)$. La función $g(x)$ es la probabilidad de observar una partícula a una cierta distancia, dado que una partícula central está en el origen, y se calcula promediando sobre configuraciones de equilibrio utilizando la expresión,

$$g(x) = \frac{1}{N\rho} \left\langle \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j>1}^N \delta(x - x_{ij}) \right\rangle,$$

donde los paréntesis angulares denotan un promedio estadístico temporal y N es el número de partículas. Por otro lado, el $S_q(x)$ caracteriza las variaciones en la densidad local, las cuales son resultado de las interacciones partícula-partícula y partícula-superficie. Por su parte, el factor de estructura estático se obtiene a partir de las posiciones de las partículas mediante la relación,

$$S(q_x) = N^{-1} \left\langle \left(\sum_{i=1}^N \cos(q_{x_i} \cdot x_i) \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^N \sin(q_{x_i} \cdot x_i) \right)^2 \right\rangle,$$

donde q_x es la magnitud del vector de onda. Finalmente, el MSD a lo largo del eje del canal se calcula utilizando la expresión:

$$W(t) = \langle \Delta x(t)^2 \rangle = N^{-1} \sum_{i=1}^N \langle [x_i(t) - x_i(0)]^2 \rangle.$$

METODOLOGÍA COMPUTACIONAL

En la actualidad, la simulación por computadora es ampliamente aceptada como una herramienta poderosa y confiable dentro de la física teórica. El presente trabajo es completamente de simulación computacional, sin embargo, se espera que las predicciones realizadas puedan ser corroboradas

experimentalmente. Para generar las trayectorias de las partículas utilizamos el paquete de simulación ESPResSo (Extensive Simulation Package for Research on Soft Matter)¹⁰, mientras que el cálculo de los observables físicos se realiza una vez terminada la simulación con códigos propios. Por otro lado, la generación de imágenes y análisis visual del sistema se realiza con el software VMD (Visual Molecular Dynamics)¹¹.

ESPResSo es un software de uso libre que ha sido ampliamente utilizado para estudiar sistemas poliméricos y coloidales, en los que se han eliminado los detalles atómicos o moleculares de los sistemas componentes, es decir, ESPResSo emplea una descripción del tipo grano grueso o “Coarse Grained” para el estudio de las propiedades de estos sistemas. Dos de las características más poderosas de ESPResSo son el cómputo en paralelo y el uso de algoritmos robustos, altamente eficientes y actualizados para el cálculo de una gran variedad de interacciones; además, ESPResSo permite simular sistemas con periodicidad parcial¹⁰. Entonces, a partir del conjunto de configuraciones en equilibrio generadas vía DM, se calculan las propiedades estructurales estáticas y la conducta dinámica del sistema. Se calculó la función de distribución a pares $g(x)$ y el factor de estructura estática $S_q(x)$, y, con el mismo conjunto de trayectorias, se obtuvieron propiedades dinámicas tales como el desplazamiento cuadrático medio a lo largo del canal. Una ventaja de este tipo de observables es que pueden ser medidas mediante diferentes técnicas experimentales, permitiendo una comparación directa entre simulación y experimento.

Nuestro modelo consiste en un sistema de partículas de diámetro σ_{col} y masa

unitaria; las partículas están confinadas en canales de geometría cilíndrica o rectangular (figura 2). La interacción entre partícula-partícula está dada por el potencial WCA, el cual es un potencial repulsivo de corto alcance que ha sido utilizado exitosamente para modelar interacciones de volumen excluido en el contexto de suspensiones coloidales; de hecho, el WCA es un potencial de Lennard-Jones modificado, que está truncado en el mínimo y corrido para incluir solo la parte repulsiva (figura 3),

$$u(r) = \begin{cases} 4\epsilon \left[\left(\frac{b}{r}\right)^{12} - \left(\frac{b}{r}\right)^6 + \frac{1}{4} \right] & r \leq r_c \\ 0 & r > r_c, \end{cases}$$

donde r es la distancia de separación entre los centros de las partículas, $r_c = 2^{1/6}b$ es el denominado radio de corte, esto es, la distancia a la cual se truncan las interacciones, ϵ es la unidad de energía, la cual se escoge igual a $1k_B T$ con k_B siendo la constante de Boltzmann, y T la temperatura reducida del sistema. La dimensión efectiva de las partículas se puede manipular mediante el parámetro b . En este trabajo se considera que $b = 1.25\sigma_{col.}$, siendo el diámetro de los coloides la unidad de longitud de escalamiento.

Para la interacción partícula-canal, decidimos utilizar un potencial que imita las propiedades del potencial de esfera dura, un tipo de interacción que nos permite generar canales tan estrechos que las partículas se moverían como si fueran un sistema verdaderamente 1D, esto es, en un canal de ancho prácticamente igual al diámetro $\sigma_{col.}$ Este potencial continuo fue propuesto por Jover, et.al.¹² y ha resultado ser una excelente opción para reproducir las propiedades estructurales y dinámicas de sistemas de esferas duras. La forma analítica del potencial es (figura 3)

$$u_{50,49}(r) = \begin{cases} 50 \left(\frac{50}{49}\right)^{49} \epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{50} - \left(\frac{\sigma}{r}\right)^{49} \right] + \epsilon & r < \left(\frac{50}{49}\right) \sigma \\ 0 & r \geq \left(\frac{50}{49}\right) \sigma \end{cases},$$

en nuestro caso, para la interacción partícula-canal, se utiliza $\sigma = 0.5 * \sigma_{\text{col}}$, que es la distancia del centro de la partícula a la superficie.

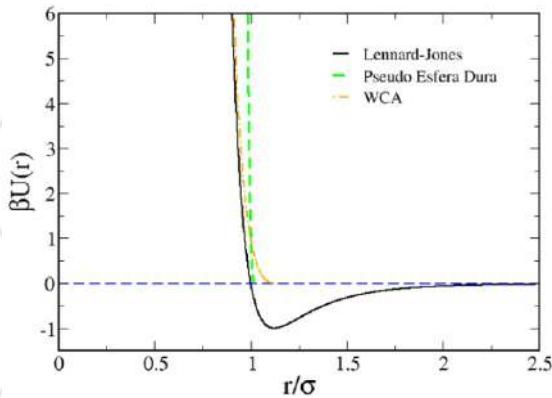


Figura 3: Potenciales de interacción partícula-partícula (WCA) y partícula-canal (Pseudo Esfera Dura); ambos potenciales son puramente repulsivos y de muy corto alcance, y son variantes del potencial de Lennard-Jones.

ESPResSo viene por defecto con una variedad de opciones que permiten restringir un sistema de partículas al interior de diferentes constricciones geométricas. En nuestro caso, para crear el confinamiento cilíndrico empleamos la restricción *cylinder*, y para el canal rectangular 3D empleamos la restricción *wall*; esta última opción permite poner paredes paralelas a los planos *xy*, *yz*, y con ello es posible confinar en su interior a las partículas.

En nuestras simulaciones, se colocan $N = 625$ partículas de diámetro σ_{col} al interior de un canal cilíndrico o rectangular; las partículas pueden moverse en las tres direcciones, pero no pueden salir del canal, el eje del canal es a lo largo del eje-x y la libertad de movimiento en las direcciones perpendicular a las

paredes está determinada por las dimensiones de la sección transversal del canal. En el caso del canal cilíndrico, el volumen de la caja de simulación se obtiene a partir de $V_{cil} = A_{cir} L$, donde $A_{cir} = \pi(k_c \sigma_{col})^2/4$ es el área de la sección transversal circular y k_c es un parámetro que determina la anchura. Para el caso del canal rectangular, consideramos un área transversal cuadrada de ancho $l = k_r \sigma_{col}$, donde k_r es un parámetro que determina la longitud del cuadrado; en este caso, el volumen del canal se obtiene a partir de $V_{rec} = (k_r \sigma_{col})^2 L$. En todas nuestras simulaciones se mantuvo fija la fracción de empaquetamiento $\varphi = V_{col} N / V_{box} = 0.185$, donde V_{col} es el volumen de una partícula coloidal esférica de diámetro σ_{col} , y el parámetro control es el área de la sección transversal. Los parámetros k_r y k_c se seleccionan de tal forma que el área de la sección transversal circular sea igual al área de la sección transversal cuadrada (figura 2), esto es, $k_c = 2 k_r / \pi^{1/2}$.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante DM para partículas coloidales interactuando a través de un potencial repulsivo de corto alcance. Para esto, se consideran dos tipos de geometrías confinantes: un poro cilíndrico y un canal rectangular; uno de los objetivos de considerar dos canales es ver cómo influye en el comportamiento del sistema tanto la interacción partícula-canal como las restricciones geométricas, ya que estamos interesados en determinar si el escenario estructural y dinámico observado depende de la geometría del medio confinante. Además, muchos

de los resultados experimentales reportados en la literatura solo consideran geometrías tipo cilindro, por ello, será interesante una comparación con dichos resultados y al mismo tiempo contrastar la fenomenología con el canal rectangular.

Estructura

El acomodo de las partículas a lo largo del canal se monitorea a través de la función de distribución a pares $g(x)$ y del factor de estructura estático $Sq(x)$; ambas funciones permiten determinar las principales escalas de longitud del sistema. En la figura 4 se muestra las $g(x)$ a lo largo del canal confinante; el canal menos ancho corresponde al menor valor de kc (kr). En este escenario, cuando el ancho de la sección transversal es prácticamente igual al diámetro de las partículas, la $g(x)$ presenta una estructura típica de un fluido. En general, para valores de kc (kr), tal que el confinamiento es análogo a un sistema 1D, la $g(x)$ presenta las mismas propiedades que los sistemas de partículas interactuantes en 2D y 3D, esto es: i) Debido al carácter repulsivo del potencial partícula-partícula, en ambos canales las partículas no sienten la interacción de esfera dura, lo que quiere decir que nunca llegan a tocarse y, por lo tanto, $g(x \leq \sigma_{col}) = 0$, ii) Muestra el orden típico de un líquido, i.e., por lo que decrece a su valor de gas ideal $g(x) \approx 1$, acorde al rango del potencial. iii) Las partículas se distribuyen uniformemente a lo largo del canal, tratando de ocupar todo el espacio disponible.

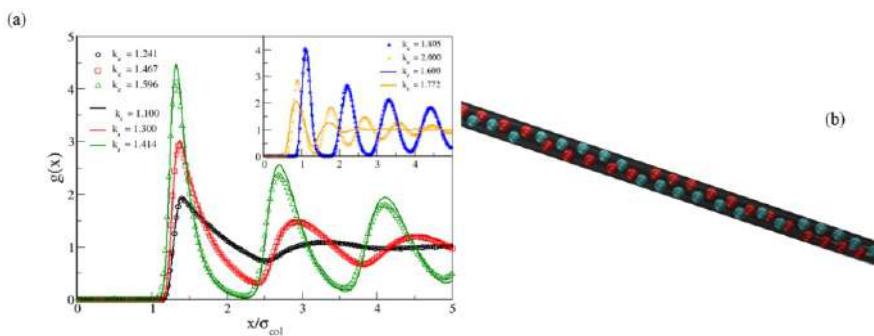


Figura 4: (a) Función de distribución a pares de partículas coloidales a lo largo de un canal cilíndrico (símbolos) y de un canal rectangular (líneas sólidas). Los parámetros k_c (circular) y k_r (cuadrado) determinan el ancho de la sección transversal del canal. Los valores se ajustan de tal forma que ambos canales presenten la misma área transversal. (b) Configuración de las partículas al interior del confinamiento cilíndrico para $k_c = 2.0$.

Conforme se aumenta el ancho del canal, la longitud característica del sistema se aproxima cada vez más a la distancia promedio entre partículas, de tal forma que los máximos (picos) de la $g(x)$ se encuentran sucesivamente espaciados a una distancia cercana a σ_{col} , hecho que se observa en ambos canales (línea azul de la figura 4) y se corrobora mediante el factor de estructura estático $S_q(x)$ (figura 5), el cual se obtiene de forma independiente al cálculo de la $g(x)$.

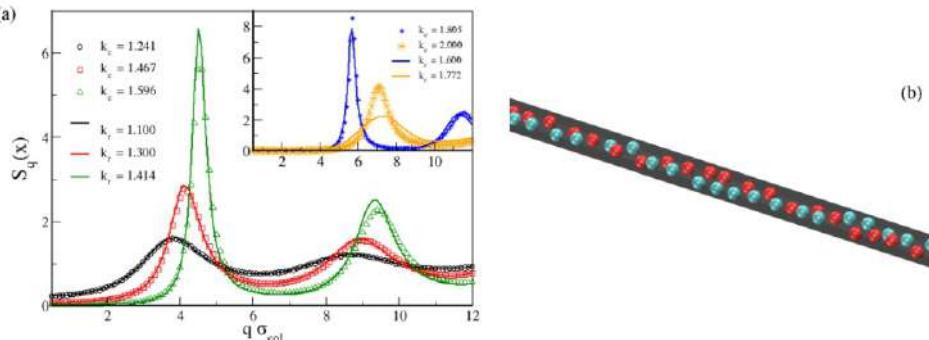


Figura 5: (a) Factor de estructura estático de partículas coloidales a lo largo de un canal cilíndrico (símbolos) y de un canal rectangular (líneas sólidas). Los parámetros k_c (circular) y k_r (cuadrado) determinan el ancho de la sección transversal del canal. Los valores se ajustan de tal forma que ambos canales presenten la misma área transversal. (b) Configuración de las partículas al interior del confinamiento rectangular para $k_r = 1.772$.

Para ambos canales, al aumentar la sección transversal, el factor de estructura muestra una mayor correlación entre partículas, indicando una transición de una estructura típica de un fluido a un ordenamiento tipo sólido. De hecho, para el canal cilíndrico con $k_c = 1.805$ y el canal rectangular $k_r = 1.6$ (recuadro de la figura 5), la altura del primer pico llega a rebasar el valor 7.0, el cual se considera como el valor crítico para una transición desorden-orden en sistemas 1D; un comportamiento interesante se observa cuando ambos canales alcanzan su máxima anchura. Bajo estas condiciones, en principio, las partículas podrían acomodarse una arriba de la otra, sin embargo, el alcance del potencial partícula-partícula previene este acomodo y las partículas tratan de ocupar el máximo espacio disponible en todas las direcciones, formándose así el acomodamiento helicoidal. Cuando esto ocurre, el sistema experimenta un cambio en el ordenamiento estructural, el cual se ve reflejado tanto en la $g(x)$ como en el $Sq(x)$ en forma de una pérdida de correlación entre las partículas.

Estructura

La conducta dinámica de sistemas coloidales 1D con interacciones de coraza dura o repulsivos exhiben un comportamiento difusivo anómalo a tiempos muy largos. En nuestros canales, nos aseguramos de preservar la condición de SFD, ya que esperamos que, aún cuando las partículas tengan la libertad de movimiento en las tres direcciones, debemos observar la dependencia como $t^{1/2}$ en el comportamiento difusivo a lo largo del canal.

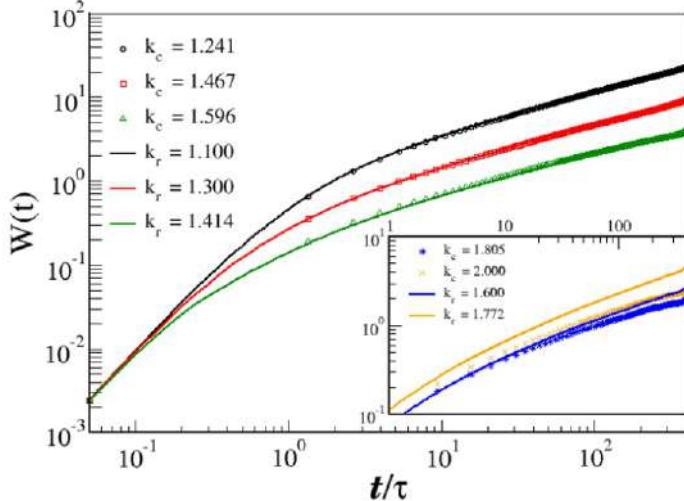


Figura 6: Desplazamiento cuadrático medio de partículas coloidales a lo largo de un canal cilíndrico (símbolos) y de un canal rectangular (líneas sólidas). Los parámetros k_c (circular) y k_r (cuadrado) determinan el ancho de la sección transversal del canal. Los valores se ajustan de tal forma que ambos canales presenten la misma área transversal.

Para corroborar la conducta subdifusiva medimos el $W(t)$ (figura 6) para todos nuestros sistemas y realizamos un ajuste no lineal del tipo at^α , y encontramos que cuando el sistema Q1D es análogo a un sistema 1D, sin importar la geometría del canal, las partículas presentan el comportamiento subdifusivo clásico de sistemas 1D con $W(t) \sim t^{1/2}$; no obstante, conforme se incrementa el ancho del canal la conducta dinámica es sub-difusiva ($\alpha < 1$), pero no escala como $t^{1/2}$, conducta que requiere un estudio más exhaustivo con tiempos de simulación más largos de los aquí explorados.

En este trabajo no estamos interesados en discutir o caracterizar una posible transición de fase en sistemas Q1D; sin embargo, recientes trabajos teóricos y de simulación computacional han hecho notar la posibilidad de que un sistema de partículas esféricas confinadas en canales cilíndricos⁹

CONCLUSIONES

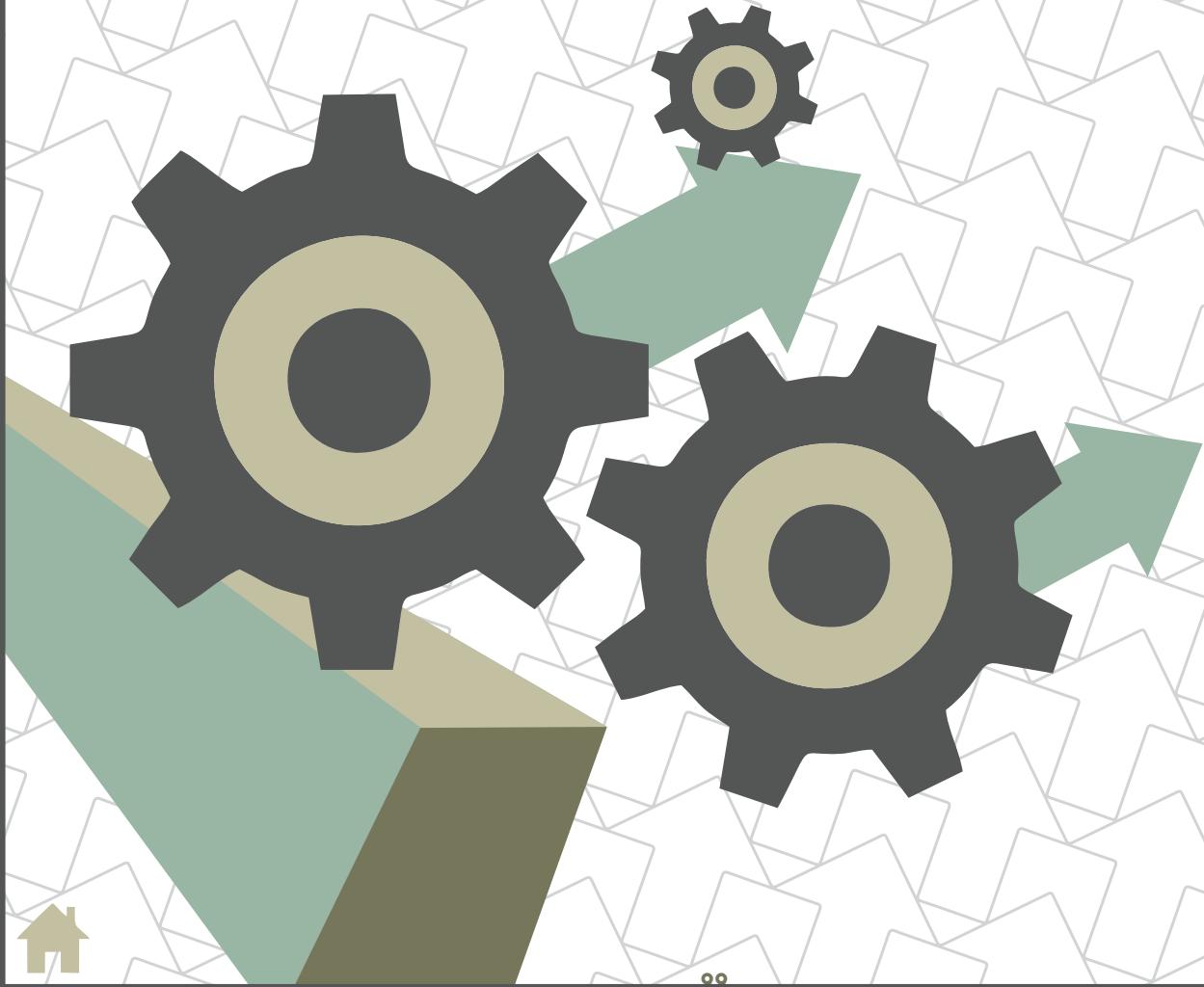
El sistema de partículas con interacciones repulsivas de muy corto alcance presenta características típicas de una fase líquida cuando la estrechez del canal es tal que las partículas se comportan como si fueran un sistema netamente 1D; al parecer, bajo este severo confinamiento la geometría del canal es irrelevante, y en ambos tipos de canal se observa una estructura y dinámica análoga a sistemas 1D. Por otro lado, la fase reentrante y conducta dinámica que se observa cuando el canal tiene una anchura tal que podría violarse la condición de SFD, requiere un estudio más sistemático y exhaustivo para concluir qué ocurre en el sistema bajo tales condiciones de confinamiento. Precisamente, para un sistema de esferas duras confinadas en canales cilíndricos de anchura entre 1.866 y 1.989, se encontró el ordenamiento helicoidal y la posible transición orientacional⁹.

BIBLIOGRAFÍA

- S. Herrera-Velarde, "Suspensiones Coloidales en presencia de campos externos", Tesis de Doctorado, Universidad de Guanajuato, 2008.
- S. Herrera-Velarde, et. al., "Ordering and single-file diffusion in colloidal systems", *The Journal of Chemical Physics*, Vol. 133, 2010, pp. 114902.
- M. A. Lohr, et.al., "Helical packings and phase transformations of soft spheres in cylinders", *Physical Review E*, Vol. 81, 2010, pp. 040401(R).
- M. C. Gordillo, et. al., "Freezing of hard spheres confined in narrow 4.- cylindrical pores", *The Journal of Chemical Physics*, Vol. 124, 2006, pp. 144702.
- H. B. Eral, et.al., "Anisotropic and Hindered Diffusion of Colloidal Particles in a Closed Cylinder", *Langmuir* , Vol. 26, 22, 2010, pp. 16722–1672.
- S. L. Dettmer, et.al., "Anisotropic diffusion of spherical particles in closely confining microchannels", *Physical Review E*, Vol. 89, 2014, pp. 062305
- G. A. Mansoori and S. A. Rice, "Confined Fluids: Structure, Properties and Phase Behavior", *Advances in Chemical Physics*, Vol. 156, 2015, pp. 197-294
- G. Wu, et.al, "Confined Assemblies of Colloidal Particles with Soft Repulsive Interactions", *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 139, 14, 2017, pp.5095-5101
- M. Z. Yamchi y R. K. Bowles, "Helical Defect Packings in a Quasi-One-Dimensional System of Cylindrically Confined Hard Spheres", *Physical Review Letters*, Vol. 115, 2015, pp. 025702
- F. Weik, et.al., "ESPResSo 4.0 – an extensible software package for simulating soft matter systems". *The European Physical Journal Special Topics* Vol. 227, 14, 2019, pp. 1789–1816.
- W. Humphrey, A. Dalke y K. Shulten, "VMD: Visual Molecular Dynamics", *Journal of Molecular Graphics*, Vol. 14, 1, 1996, pp. 33-38
- J. Jover, et. al., "Pseudo hard-sphere potential for use in continuous molecular-dynamics simulation of spherical and chain molecules" *J. Chem. Phys.* Vol. 137, 2012, pp. 144505.



CAPÍTULO II: INGENIERÍA



ELABORACIÓN DE UNA SANGRÍA A BASE DE CAPULÍN EN LA REGIÓN DE MISANTLA

Daniela Guadalupe Reyes Méndez

Instituto Tecnológico Superior de Misantla



RESUMEN

El capulín es un fruto de color púrpura, tiene hueso y es de forma ovalada, se da en racimos parecidos a los de las uvas y contiene resveratrol, que es un flavonoide polifenólico que se encuentra en la naturaleza, principalmente en la cáscara de las uvas y en las frutas tipo bayas, que posee efectos protectores sobre diversos sistemas corporales (García, 2003). Los flavonoides son sustancias que se encuentran en varios alimentos, como frutas y verduras; básicamente son pigmentos naturales que no pueden ser producidos por el organismo; no obstante, existe un interés creciente en los compuestos fenólicos, ya que ayudan a retardar el envejecimiento por su efecto antioxidante.

En la actualidad, el capulín es un fruto que ha sido poco explotado a nivel industrial, ya que solo se manufacturan algunos productos tales como mermeladas, vinos y licores a nivel artesanal, pero no se ha aprovechado para la elaboración de bebidas, y, dado sus características sensoriales, se asemeja a las bebidas tipo sangría producida a partir de la uva. La gama de bebidas gaseosas carbonatadas que elaboran las industrias en el mercado nacional emplean principalmente concentrado de frutas, al cual le agregan algún tipo de colorante o saborizante artificial (rojo allura, caramelo IV), sin embargo, se han convertido en sabores convencionales para el consumidor, además de no aportar valor nutricional, por lo que la elaboración de una sangría a base de capulín es una innovación dentro de este sector, ya que es alternativa de consumo dentro de la bebidas carbonatadas al ofrecer un aporte nutrimental en flavonoides, sin colorantes ni saborizantes artificiales.

Con base en lo anterior, se plantea la instalación de una empresa productora de bebidas gaseosas de capulín, evaluando su factibilidad mediante un estudio técnico y de mercado, mencionando que este producto se

RESUMEN

establecerá como un nicho de mercado debido al acaparamiento de los competidores primarios y secundarios en el mercado de bebidas gaseosas y a la elevada competencia y la fidelidad de los clientes a los productos ya establecidos.

INTRODUCCIÓN

La industria de las bebidas carbonatadas, en los últimos años, ha sido una de las que mayor demanda de materias primas tiene, por lo que en la actualidad el aprovechamiento de las frutas ha ido creciendo constantemente. A nivel nacional, hay una superficie sembrada de capulín (*Prunus serótina ssp. Capulí*) de 90.80 ha, de las cuales se cosechan 89.20 ha con una producción de 253.82 toneladas anuales, siendo el principal productor el municipio de Atlautla, Estado de México. En el estado de Veracruz hay una superficie sembrada de capulín de 10 ha, en las que hay una producción de 46 toneladas destacando como principales productores los municipios de Actopan, Alto Lucero, Atzalán, Coatepec, Chocamán, Emiliano Zapata, Huatusco, Jalcomulco, Xilotepec, Puente Nacional, Misantla, San Andrés Tuxtla, Soteapan, Totutla, Xalapa y Uxpanapa. (SIAP,2017), proyecto que podrá beneficiar a productores al generar empleos y garantizar ingresos económicos por la venta de materia prima. Por ello se busca ofrecer al capulín como un cultivo alternativo para los productores que se dedican a otros cultivos, para que puedan convertirse en proveedores y así sustentar la producción todo el año y darle la revaloración a través de aquellos productores que ya lo

lo producen e incrementar su producción en el estado de Veracruz. La implantación e instalación de la planta de producción permitirá crear empleos directos e indirectos en la zona, y se impulsará la economía, además de que se apoyarán a los productores de la región, pues se harán convenios con los productores de la zona impulsando el crecimiento económico de la población.

TEORÍA

GENERALIDADES DEL FRUTO DE CAPULÍN (*PRUNUS SERÓTINA*)

En México, el fruto de *prunus serótina*, conocido popularmente como 'capulín', se consume con fines alimenticios, principalmente en las zonas rurales (Ibarra, 2009). El género *prunus* pertenece a la familia rosaceae, e incluye alrededor de 400 especies; específicamente el capulín, también conocido como capulincillo o cerezo mexicano, habita en climas cálidos, semicálidos, semisecos y templados. En México se le encuentra en zonas montañosas, es un árbol que alcanza hasta 12 metros de altura, tiene la corteza rojiza y las hojas alargadas, sus flores, que son muy pequeñas, están agrupadas en racimos y originan frutos semejantes a pequeños globos.



Figura 1.-Frutos de capulín en el municipio de Misantla, Veracruz. Fuente: elaboración propia.

COSECHA

La cosecha se hace de forma manual normalmente colectando uno por uno a los capulines para no dañarlos, y una vez cortados se colocan en contenedores de plástico o de carrizo y se cubren con ramas del mismo árbol o de otras herbáceas. (SIAP, 2011). Los frutos son drupas globosas, lamiñas, carnosas, de corteza fina, que poseen una semilla dura.

ORIGEN DE LA SANGRÍA

La sangría es un refresco que se elabora a base de jugo de uva que es de tradición y origen español. En México, la tradición de beber sangría fue adoptada desde los tiempos coloniales. No hay una historia oficial de cómo se originó la sangría, pero se cree que su invención data de tiempos antiguos; el



nombre 'sangría' se refiere al color del vino que se tomaba (tradicional vino rojo y robusto con un tinte morado), muy popular en la costa mediterránea y similar al color de la sangre (Novamex, 2011).

En general, la fórmula para un refresco es una mezcla de concentrado de fruta o jarabe, sabores, azúcar y agua desairada.

PARTE EXPERIMENTAL

Hoy en día las empresas producen productos y servicios para satisfacer las necesidades básicas de los consumidores. Específicamente en los productos lanzados al mercado se observa el grado de aceptabilidad o si, en su caso son, rechazados, y con base en ello se hacen las mejoras de acuerdo con lo que requiere el cliente.

En primer lugar, este trabajo toma en cuenta la evaluación de la factibilidad de la elaboración de una sangría de capulín mediante un estudio técnico, analizando diferentes factores que determinarán la localización de la planta. La investigación se enfocará primordialmente en los resultados de las encuestas del estudio de mercado, ya que éstas son objeto clave para la producción de la sangría con el fin de analizar la competitividad de los productos ya existentes en el mercado.

VENTAJAS COMPETITIVAS

Para las ventajas competitivas de la empresa, se analizan las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas tanto de la empresa como del producto (cuadro 1).

Cuadro 1.-Análisis FODA de la elaboración de una sangría de capulín.

Fortalezas	Debilidades
Producto	Producto
<ul style="list-style-type: none">• Aporte nutricional de antioxidantes.• Sin colorantes ni saborizantes artificiales.	<ul style="list-style-type: none">• Menor vida de anaquel.
Empresa	Empresa
<ul style="list-style-type: none">• Ofrecer un producto de calidad nutricional, así como una nueva alternativa de consumo sobre los sabores convencionales presentes en el mercado.	<ul style="list-style-type: none">• Personal poco capacitado, ya que es un producto nuevo.• Falta de experiencia en el negocio de Bebidas gaseosas.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Empresa	Empresa
<ul style="list-style-type: none">• Disponibilidad de la mano de obra.	<ul style="list-style-type: none">• Cuestiones climatológicas.• Baja producción de la materia prima.• Inestabilidad económica.
Producto	Producto
<ul style="list-style-type: none">• Abrir un nuevo mercado en el cual no se ha explotado el capulín.	<ul style="list-style-type: none">• El acaparamiento de los competidores primarios y secundarios en el mercado de bebidas gaseosas.

Fuente: elaboración propia

Para las ventajas competitivas de la empresa, se analizan las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas tanto de la empresa como del producto (cuadro 1).

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El instrumento que se utilizó para la recolección de la información para conocer el posicionamiento de la sangría de capulín fue una encuesta.

Se recomienda el empleo de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 P X Q}{E^2} \quad (1)$$

donde

n = Número de elementos de la muestra,

P/Q = Probabilidad con la que se presenta el fenómeno,

z = Valor critico correspondiente al nivel de confianza elegido se opera con valor sigma 2, luego $z = 1.96$,

E_2 = Margen de error.

El resultado anterior corresponde a una muestra probabilística simple; se determina, en este caso, que el tamaño de muestra sería $n=384$ habitantes muestreados, y se obtiene con la fórmula que a continuación se muestra:

$$fh = \frac{n}{N} \quad (2)$$

En donde fh la fracción del estrato, n el tamaño de la muestra N el tamaño de la población, sh es la desviación estándar de cada elemento del estrato, y es una proporción constante que nos dará como resultado una óptima para cada estrato. En el estudio de la población objetivo, la población es de 251,638 habitantes y el tamaño de la muestra es $n = 384$. Sustituyendo la formula, la fracción para cada estrato fh será:

$$fh = \frac{n}{N} = \frac{384}{251,638} = 0.0015$$

De manera que el total de la subpoblación se multiplicará por esta fracción constante como lo indica la fórmula, a fin de obtener el tamaño de muestra para el estrato.

$$Nh \times fh = nh \quad (3)$$

donde

Nh = Número de habitantes por ciudad,

nh = habitantes o/ciudad,

fh= es fracción.

Sustituyendo la fórmula anteriormente descrita para cada estrato, se muestran los siguientes resultados.

Martínez de la Torre	101,358	0.0015	154
Misantla	62,919	0.0015	96
Tlapacoyan	58,084	0.0015	88
San Rafael	29,277	0.0015	46
N=	251,638		384

Fuente: INEGI, 2010

ESTUDIO TÉCNICO

MACROLOCALIZACIÓN

La macrolocalización es el estudio que tiene como objetivo determinar la región o territorio en la que el proyecto tendrá influencia con el medio.

Fuente: elaboración propia

Localización	Materia prima	Transporte	Mano de obra	Insumos	Terreno	Costo total
A	100	50	100	80	100	430
B	90	80	80	90	80	420
C	80	100	70	100	60	410

Cuadro 3. Factores objetivos de la localización de la empresa SODICAP BEBIDAS, S.A de C.V.

Para la macrolocalización se seleccionaron tres estados del país: Michoacán (A) México (B) y Veracruz (C).

Se consideran los siguientes factores: cercanía de la materia prima, condiciones climatológicas, infraestructura, disponibilidad de la mano de obra y servicios complementarios. El resultado de las asignaciones se muestra en el cuadro 5, donde se asigna en las columnas un valor de 1 al más relevante y cero al menos importante.

Fuente: elaboración propia

Factores	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Suma
Cercanía de la materia prima	0.4	0.5	0.7	1.6
Condiciones climatológicas	0.8	0.6	0.5	1.9
Infraestructura	0.3	0.4	0.3	1.0
Disponibilidad de mano de obra	0.2	0.3	0.5	1.0
Servicios complementarios	0.7	0.6	0.7	2.0
Puntuación total	2.4	2.5	2.6	

Cuadro 4. Método de ponderación de factores para la Macrolocalización

Cálculo de la Medida de Localización del Factor Subjetivo (MLFSt). El carácter subjetivo de los factores de orden cualitativo hace necesario asignar una medida de comparación, tal como el valor de los distintos factores en orden relativo.

Factores	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Suma	wA	wB	wC
Cercanía de la materia	0.4	0.5	0.7	1.6	0.250	0.313	0.438
Condiciones climatológicas	0.8	0.6	0.5	1.9	0.421	0.316	0.265
Infraestructura	0.3	0.4	0.3	1.0	0.300	0.400	0.300
Disponibilidad de mano de obra	0.2	0.3	0.5	1.0	0.200	0.300	0.300
Servicios públicos básicos	0.7	0.6	0.7	2.0	0.350	0.350	0.385
Puntuación total	2.4	2.5	2.6				
R_{ij}							
Cercanía de la materia	0.167	0.200	0.269				
Condiciones climatológicas	0.333	0.240	0.192				
Infraestructura	0.125	0.160	0.115				
Disponibilidad de mano de obra	0.083	0.120	0.192				
Servicios públicos básicos	0.292	0.280	0.231				

Cuadro 5. Método de ponderación y asignación de valores para la macrolocalización.

Cálculo de la Medida de Preferencia de Localización (MPL). Una vez valorados en términos relativos los valores objetivos y los valores subjetivos de localización, se procede a calcular la MPL.

$$\text{Medida de Localización del Factor Subjetivo} = FS_i = \sum (R_{ij})(W_j)$$

4) Selección del lugar - Elegir la alternativa que presenta el mayor valor de MPL.

$$MPL_A = (0.7)(0.3254) + (0.3)(0.3380) = 0.329$$

(4)

$$MPL_B = (0.7)(0.3332) + (0.3)(0.3370) = 0.334$$

$$MPL_C = (0.7)(0.3413) + (0.3)(0.3680) = 0.349$$

Se elige el valor más alto.

ESTUDIO TÉCNICO

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los resultados que arrojaron las preguntas inmersas en la encuesta son las que a continuación se muestran

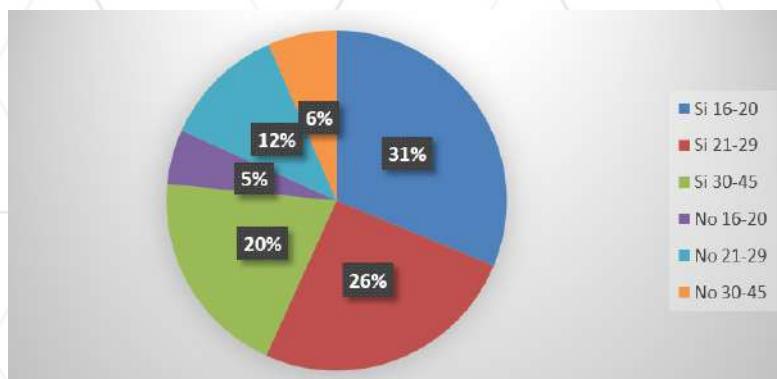


Figura 2. Conocimiento de la existencia del producto

La figura 2 representa la población de ambos sexos que han escuchado hablar del producto, que oscila entre 16-45 años, la cual refleja que la mayoría de la población del rango de edad de 16-20 años ha escuchado hablar de la sangría significando ser los clientes potenciales de nuestro mercado.

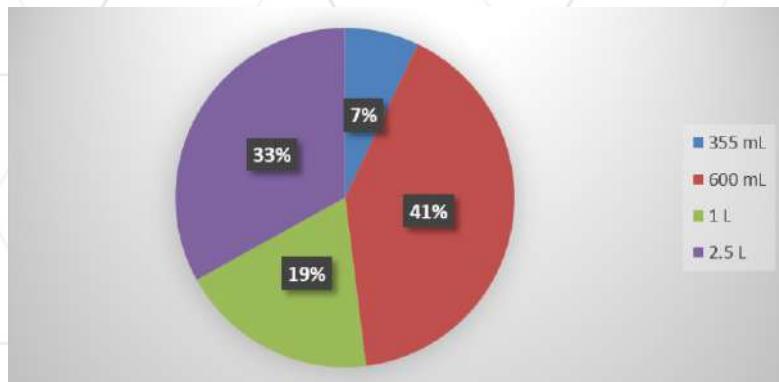


Figura 3. Consumo preferente por presentaciones en refrescos

La figura 3 muestra las presentaciones con más demanda por el consumidor, siendo 99,900 personas que demandan la presentación de 600 ml y 83,040 personas demandan la presentación de 2.5 l.

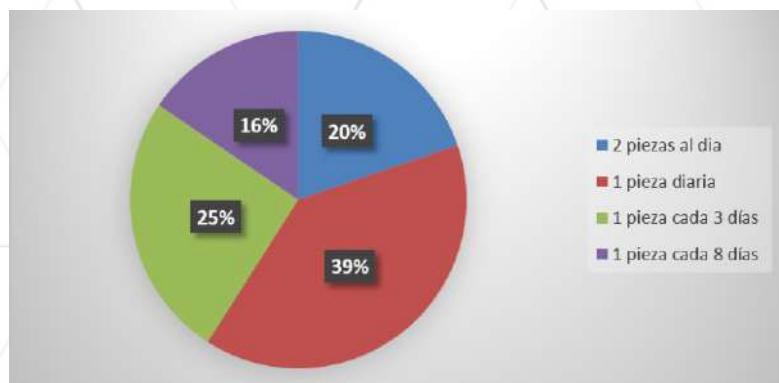


Figura 4. Frecuencia del consumo aparente los refrescos en presentación de 600 ml

Tomando en cuenta el gráfico anterior, se demuestra que la presentación de 600 ml es la más demandada, y ya que en la figura 3 se aprecia que el 39.2 % de la población consume una pieza diaria, se establece una demanda de 98,642 piezas que equivale a 59,185 litros diarios.

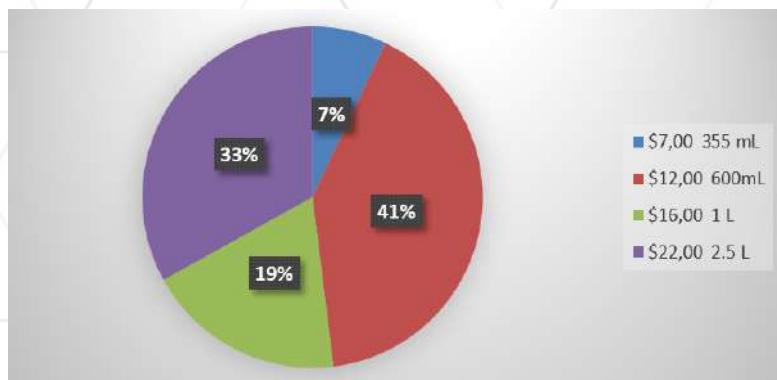


Figura 5.-Precio del refresco dispuesto a pagar por el consumidor

Según la figura 5, el valor monetario por cada una de las presentaciones descritas, la población que demanda el producto estaría dispuesta a pagar el precio establecido, ya que son similares a los de la competencia.

De acuerdo con la evaluación que se realizó, la empresa se ubicará en el estado de Veracruz (figura 6), localizado al oriente del país, y colinda al norte con Tamaulipas y San Luis Potosí, al este con Hidalgo, Puebla y Oaxaca, al oeste con el Golfo de México y al sur con Tabasco y Chiapas.



Figura 6.- Macrolocalización de la empresa SODICAP S.A de C.V.
Fuente: Google maps, 2018.

Siguiendo el método de factores ponderados descrito anteriormente, se plantea que la empresa SODICAP S.A DE C.V. se ubicará en el municipio de Misantla (figura 7), ubicado en la región montañosa de la zona centro del estado; sus coordenadas son $19^{\circ}55'51.86''$ N $96^{\circ}51'6.09''$, y está situado a una altura de 400 msnm sobre el nivel del mar.



Figura 7. Microlocalización de la empresa SODICAP BEBIDAS, S.A de C.V.
Fuente: Google Earth Pro, 2018.

CONCLUSIONES

El estudio de mercado de una empresa productora de sangría de capulín en la ciudad de Misantla, Veracruz, comprende el análisis de cada uno de los agentes que intervienen en este, tales como consumidores, productores, oferta y demanda del producto y problema a resolver; todo ello surge de la necesidad de crear una planta que produzca un nuevo producto no existente en el mercado.

Al considerar los factores objetivos y subjetivos, se determinó que la mejor opción para la instalación es el estado de Veracruz, específicamente el municipio de Misantla. A continuación, se enlistan los puntos más importantes del lanzamiento del producto.

1. La demanda aparente del producto es de 98,642 piezas, lo cual equivale a 59,185 litros diarios, por lo que se estima que la empresa tendrá una producción de 30,000 litros diarios y logrará satisfacer el 49% de dicha demanda.
2. La idea de formular y producir una sangría de capulín en el mercado de bebidas carbonatadas nace por la necesidad de aprovechar la producción de la materia prima y la baja explotación a nivel industrial dentro del giro alimentario, propiciando una mayor y nueva alternativa de consumo para el público; no obstante, habrá que capacitar al personal porque es un producto nuevo y, por lo tanto, conlleva una técnica nueva de preparación.
3. Finalmente, respecto a la implantación y operación, la empresa SODICAP S.A. DE C.V., de acuerdo al estudio técnico realizado, se ubicará en el estado de Veracruz en el municipio de Misantla. Sin embargo, tomando en cuenta factores como la competencia con respecto a empresas ya consolidadas en el mercado, se espera entrar en ese 28% de acuerdo con la asociación nacional de bebidas refrescantes que acaparan los refrescos de sangría.

BIBLIOGRAFÍA

- Campo Mexicano. (2015). Recuperado el 16 de abril de 2016, Producción y valor comercial de uva en México: www.campomexicano.gob.mx
- Comisión Nacional de los salarios mínimos. (2015). Recuperado el 23 de abril de 2016, de www.conasami.gob.mx
- Colpos. (1983). Recuperado el 22 de septiembre de 2015, de NMX-F439-1983: www.colpos.gob.mx
- Consumer seguridad alimentaria. (2012). Recuperado el 05 de Junio de 2016, de Asociación de Bebidas Refrescantes: www.consumer/seguridad.alimentaria/origendelasbebidas
- Downey, F. U. (2000). Características fisiológicas del capulín. México.
- Feria del capulín. (2016). Feria del capulín. Atlautla, México, México.
- Food and drug administration. (2015). Recuperado el 13 de abril de 2016, de Regulación y uso de aditivos en la industria de alimentos: www.fda.gob.mx



SOFTWARE EDUCATIVO PARA NIÑOS CON SÍNDROME DE ESPECTRO AUTISTA (SENSEA)

María Elizabeth Guerrero Sánchez
Zukey Amairani Castellanos Alor
Diana Cristina Anaya González



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
COATZACOALCOS**

INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta a continuación pretende ser una propuesta educativa para la intervención en el ámbito socioemocional en niños de 5 a 10 años que presentan Trastorno del Espectro Autista (TEA, de aquí en adelante).

Desde hace ya unos años se habla que desde el descubrimiento del síndrome de espectro autista se tiene el conocimiento que es un padecimiento neurológico que afecta el estado emocional, lingüístico y motriz del sujeto que lo padece, a tal punto de no mostrar empatía en otras personas cercanas o ajenas a él.

En la actualidad se conoce que existe el síndrome de espectro autista, el cual provoca que el niño con TEA tenga problemas con sus habilidades sociales, emocionales y de aprendizaje; muchos de estos niños son diagnosticados a temprana edad. Con el software que desarrollamos se busca mejorar el entorno social, lingüístico, emocional y empático del usuario para generar un avance social positivo a bajo costo y cómodo tanto para el niño como sus familiares.

Este software le brindará al niño mejorar sus habilidades socioemocionales por medio de material audiovisual, pues será capaz de aprender cosas cotidianas y conocimientos básicos como el abecedario, los números, las frutas, las verduras, colores, animales, las notas musicales, actividades cotidianas, etcétera, que son esenciales para el desarrollo de los niños que padecen este síndrome de TEA.

Se pretende que el software pueda impactar positivamente en las vidas cotidianas de estos niños con TEA y puedan integrarse en una escuela con otros niños de manera natural, mejorando su interacción social con personas que son desconocidas para él, y logrando tener un desarrollo emocional e intelectual en el proceso.

del menor. Los padecimientos asociados al TEA son desarrollados posteriormente y calificados dependiendo el nivel de autismo, ya que sólo del 30% al 40% de niños autistas padecen alguna otra enfermedad; y entre los más comunes se encuentran hiperactividad, ansiedad, bipolaridad, trastorno obsesivo-compulsivo, disgraxia y discapacidad intelectual; esta última se estima que entre el 40% y el 69% de los autistas la padecen en diversos grados, la cual fue descrita desde el año 1941 por Leo Kanner.

Los tratamientos para el autismo pueden ser rehabilitaciones en talleres didácticos, escuelas especiales, softwares didácticos que proporcionen información complementaria para la comunicación social del menor y medicamentos para alguna función en especial, como antidepresivos o calmantes.

Debido a la falta de concentración de las personas con TEA al momento de realizar alguna actividad al azar, se dispone la realización de actividades específicas que los autistas siguen como patrón de comportamiento, sus rutinas se crean a partir de generar un momento, un lugar y una hora; si se tratan de juegos, se tendría que escoger actividades que requieran un tiempo específico, de tal manera que el niño se muestre interesado en terminar la actividad en el tiempo establecido, generando un patrón de puntualidad que lo ayudará en su vida cotidiana, al igual que desempeña un papel importante el conocer las diversas emociones que puede generar el propio niño, y se pueden auxiliar las actividades agregando sonidos e imitaciones de alguna situación cotidiana.

Se tiene el conocimiento que el 65% de los niños autistas mantienen un aprendizaje didáctico sobre imágenes, sonidos y juegos específicos. La diversidad de juegos que un autista puede considerar atractivos no varía demasiado, ya que su atención la basa en desafíos que él cree interesantes;

PROBLEMÁTICA

De acuerdo a los datos proporcionados por la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de México, se conoce que 1 de cada 115 niños entre 5 y 10 años padecen el síndrome de espectro autista en México, el TEA es diagnosticado por patrones repetitivos que se presenta como alteraciones sociales, emocionales y de lenguaje antes de los 3 años de edad, la terapia que se utiliza es de carácter didáctico, mímico y lingüístico. De acuerdo a datos recabados en la ciudad Coatzacoalcos por la Psicóloga Adriana Sánchez Guerrero, la población TEA aumentó del 5 al 10% con respecto a años anteriores.

Este síndrome se genera desde el nacimiento por diversos factores genéticos o causados por otras enfermedades en el periodo de gestación del feto como el caso de la rubéola, o de carácter genético como retraso mental hereditario y tumores graves; aun así, se cree que también se puede dar por padecimientos genéticos de depresión y esquizofrenia.

Las características específicas de este síndrome se basan en deficiencias de la comunicación verbal y emocional en la interacción social y patrones repetitivos de comportamiento e intereses particulares sobre objetos específicos; esto quiere decir que el menor tomará aprecio a un objeto en especial y no prestará más atención a su entorno y solo se basará en ese objeto.

La edad más eficaz en el momento de mejorar el nivel de autismo es desde los 5 a los 10 años de vida del menor, ya que es más propenso a ser curioso e intentar seguir un perfil amoldado a él para integrarse a un entorno social.

Cabe mencionar que esto dependerá del menor y la ayuda brindada en su vida cotidiana, al igual que se necesitará tener el conocimiento de padecimientos alternos que pudieran ocasionar alteraciones en los períodos

algunos de estos juegos son los rompecabezas, imitaciones de sonidos, cubos, mímicas de expresiones o completar palabras.

Con los puntos planteados anteriormente, se tiene el conocimiento básico de lo que una persona con síndrome autista puede padecer y desarrollar a lo largo de su vida, con esta información se toma en cuenta que tener una persona con este síndrome puede ser difícil de sobrellevar, a tal punto de que en escuelas públicas y privadas exista una cierta distancia de aprendizaje entre el autista y los demás niños.

Por ello se requiere que estos menores lleven una educación organizada que apoye en casa a los padres, para que el menor lleve una educación más organizada de manera que puede aprender en casa lo que no logra comprender en las escuelas, sin necesidad de pertenecer a una escuela de necesidades especiales.

En Coatzacoalcos existen varias fundaciones de ayuda o talleres de rehabilitación para niños con TEA, las cuales se plantean buscar herramientas digitales que auxilien el entretenimiento de estos niños juntos con un aprendizaje extra para que puedan relacionarse en un entorno social empleando la tecnología a su alcance.

Al aumentar la población autista de manera gigante en estos últimos 5 años (Marcin, 2007), en el estado de Veracruz se necesita tomar medidas para mejorar el comportamiento de los niños con TEA, siempre tomando en cuenta las disponibilidades que existan en el entorno social que rodea al menor.

Al tener a su propio entorno, varios especialistas han recomendado mantener un perfil bajo en lo que el menor pueda adaptarse a la vida cotidiana, por lo que se cree que crear planeaciones diarias de actividades a realizar puede ser de gran ayuda; las actividades más recomendadas son preparar sus



alimentos, siempre y cuando no deba estar en contacto con el fuego, lavarse los dientes solo, etcétera.

Aunque ya existan algunas fundaciones en Coatzacoalcos especializadas en ayudar a los niños autistas, se requieren elementos extras como apoyo en la educación de los menores, por lo que se cree que sería de gran ayuda contar con un software que desempeñe el papel de repetidor de acciones y emociones que el niño pueda manejar fácilmente; al igual que se podría brindar ayuda a más estados del país con esta idea, intentando mantener al margen el aumento de niveles de autismo de estos niños y procurando su mejoría en el entorno social, cultural y emocional por medio de un programa que utilice material audiovisual, que contará con juegos y material didáctico para escuchar y repetir.

ESTRATEGIAS

Presentamos las principales estrategias y terapias didácticas para el apoyo del desarrollo socio-emocional para niños con trastorno del espectro autista, especialmente en los niveles 1 y 2 dado que presentan conductas menos agresivas basándose en la quinta versión del DSM-5 de la Asociación Americana de Psiquiatría, la cual contiene los siguientes apartados:

- **Piano interactivo:** Produce notas musicales mediante la interacción del teclado de la computadora.
- **Escucha y repite:** Contiene imágenes animadas que muestran y reproducen los nombres de animales, letras, números, verduras, frutas y colores.
- **Emociones:** Presenta imágenes reales de niños expresando tristeza, alegría, etcétera.
- **Música:** El responsable de las terapias puede ingresar diversa música relajante para los niños.
- **Memorama:** Muestra diversos objetos de aseo personal que el niño pueda identificar.
- **Tablero de dibujo:** Panel en el que se podrán expresar las emociones y necesidades del niño mediante un dibujo creado por él.
- **Actividades diarias:** Presenta pictogramas de situaciones necesarias para el niño.

BENEFICIOS

Los diversos beneficios que se obtendrán por medio del software son:

- Desarrollo de retentiva audiovisual del menor por medio de las imágenes y el apartado de escucha y repite.
- Control de comunicación por medio de pictogramas en el entorno de sus emociones y actividades diarias.

- Desarrollar la imitación de emociones y la interacción social mediante el uso de los pictogramas. Control de alteraciones mediante música y notas musicales.
- Comunicación directa por medio de dibujos que expresen sus necesidades y emociones mediante el tablero de dibujo.

OPINIONES

Se entrevistó a un docente experto que imparte clases especiales para niños con TEA en la fundación YANAVI y un padre de familia que tiene una hija con este síndrome; el docente es quien imparte las clases, y en su experiencia sabe de qué forma los niños pueden sentirse cómodos.

Manipulando objetos como el mouse y el teclado, ya que Blends es un software basado en el aprendizaje lingüístico y retentivo de información útil para el menor. El padre de familia nos apoyó dando consejos, técnicas y diversos puntos de vista de cómo ayudar a un mejor reconocimiento de las terapias que existen actualmente y cómo esto ha ayudado a su hija. También se realizó una exposición con la presentación el proyecto frente a docentes, jefe de carrera y el director del ITESCO, donde se dio un voto favorable al proyecto y se mencionó la necesidad de contactar con docentes de especializados en el TEA.

RESULTADOS

Como resultados, se pueden observar las interfaces del software y cómo están construidas por secciones basadas en las investigaciones previas, las cuales se dividen en secciones y cuentan con distintas actividades didácticas que pueden realizar los niños que padecen TEA.



Ilustración 1. Sección de autocuidado

En la primera sección podremos encontrar actividades de cuidado y aseo personal, como lavarse los dientes, atarse las agujetas, etcétera; se puede apreciar que cada una contiene su nombre y una ilustración con movimiento que, al darle un clic en el botón con su nombre, emite el nombre.



Ilustración 2. Escucha y repite

En la siguiente ilustración se muestra el apartado de las frutas, donde se aprecian distintos tipos de ellas y que cada una está nominada, así como una ilustración con movimiento que, al darle un clic en el botón con su nombre, emite el nombre de la fruta; el apartado cuenta con frutas como manzana, naranja, platano, etcétera.



Ilustración 3. Desarrollo emocional



Ilustración 4. Aseo personal

En la siguiente ilustración se muestra el apartado del aseo personal, donde se muestra un memorama con artículos de este ámbito, mostrando del lado derecho las ilustraciones a buscar y del lado izquierdo distintos paneles en los

que tendrán un tiempo determinado para memorizar la imagen y su ubicación; al seleccionarla, se escuchará el nombre del artículo seleccionado y, al encontrar los pares, estos desaparecerán permitiendo que se concentren en encontrar otros pares.



Ilustración 5. Piano interactivo

En este apartado se muestra un piano virtual con el que el niño podrá interactuar a través del teclado, logrando que se sienta relajado al escuchar el sonido de las notas musicales que emite y permitiendo la liberación del estrés.



Ilustración 6. Panel de dibujo

En la ilustración se muestra un panel de dibujo en el cual se muestra una etiqueta de un borrador y nueve gamas de colores seleccionables para su utilización, donde podrán expresar sus emociones o necesidades.

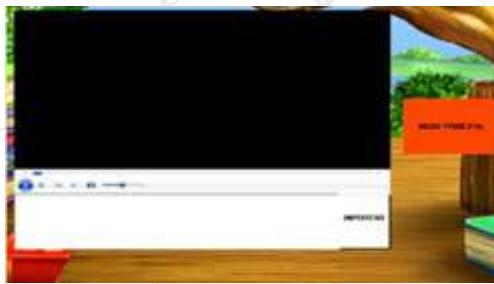


Ilustración 7. Reproductor musical

En esta ilustración se muestra un reproductor musical con el que se podrán reproducir canciones adecuadas previamente seleccionadas por el tutor o terapeuta a cargo del menor.

CONCLUSIONES

Ahora, con la llegada de los dispositivos móviles, se ha abierto mucho más el abanico de posibilidades educativas; aunque hoy por hoy no hay estudios empíricos que demuestren las ventajas de estos dispositivos en centros de ayuda para niños con TEA y fundaciones, se han creado cientos de aplicaciones multimedia para ser usadas en tabletas, como el iPad, con la finalidad de poder trabajar los diferentes aspectos de las alteraciones que presentan los alumnos con TEA, y el hecho de ser móviles permiten que no solo sean usadas en el ámbito escolar, sino también en el familiar como herramienta de terapia y comunicación con los familiares. Lo anterior ha hecho posible que este tipo de aparatos ya se empiecen a introducir en centros de ayuda y fundaciones, aunque su implementación aún no es global, pero es innegable que podría tener un impacto positivo a nivel regional, brindando una herramienta versátil para el manejo de comunicación e integración social, lo cual sería de mucha ayuda para muchas personas que se encuentran padeciendo este tipo de trastorno, en especial chicos con muy pocas habilidades de comunicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. R. (2012). Apps útiles para niños con autismo. Autismo Diario. Recuperado el 16 de Mayo de 2014, de: <http://autismodiario.org/2012/02/09/apps-utiles-para-ninos-con-autismo/>
- Autismo Diario. (2008). Agendas personales para niños con autismo. Autismo Diario. Recuperado el 21 de Mayo de 2014, de: <http://wp.me/p1IUm3-47>
- Autismo Diario. (2014). Signos tempranos en niños con autismo. Autismo Diario. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de: <http://wp.me/p1IUm3-3rO>
- Alcamí, M., Molins, C., Mollejo, E., Ortiz, P., Pascual, A., Rivas, E., & Villanueva, C. (2008). Guía de diagnóstico y tratamiento de los Trastornos del Espectro Autista. La atención en la Red de Salud Mental. Madrid: COGESIN, S.L.U.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed.; DSM-5). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Brun, J. M. (2004). Aspectos relevantes en el asesoramiento en la escuela ordinaria de niños con graves trastornos de la personalidad. En J. M. Brun, & R. Villanueva, Niños con autismo. Experiencia y experiencias (págs. 195-208). Valencia: Promolibro.
- Brun, J. M. (2009). Autisme a l'escola. En J. Riart, & A. Martorell, Reptes professionals pel psicòleg de l'Educació (págs. 23-33). Barcelona: Col·legi oficial de Psicòlegs de Catalunya.
- Gallego, M. d. (2012). Guía para la integración del alumnado con TEA en Educación Primaria. Salamanca: Instituto Universitario de Integración en la Comunidad-INICO. Recuperado el 3 de abril de 2014, de <http://wp.me/p1IUm3-6Ve>
- García, A. (2008). Espectro Autista: definición, evaluación e intervención educativa. Mérida: Junta de Extremadura. Consejería de Educación.

APLICACIÓN METODOLÓGICA PARA DIAGNÓSTICO E INGENIERÍA DE REQUISITOS DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA: INDUSTRIALIZACIÓN DEL CACAO (THEOBROMA CACAO L.), CASO DE ESTUDIO

Andrés Castellanos Gallardo¹

Manuel Prisciliano Ralero de la Mora¹

María Angélica Cerdán¹

Miguel Ángel Sánchez Martínez¹

Ricardo Hernández Romero²

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
XALAPA¹**

Reserva territorial s/n, col. Sta. Bárbara, cp 910962

**INTERCAMBIO MEXICANO DE COMERCIO,
S.A DE C.V.²**

RESUMEN

La industria alimentaria escala sus procesos a esquemas automatizados para lograr niveles de producción que cubran la creciente demanda y buscar mayor rentabilidad. El desarrollo de sistemas de automatización industrial está sujeto a los procesos del ciclo de vida del software, que inicia con una etapa de desarrollo de requisitos; para la ingeniería del software, la etapa de requisitos representa la base para el proceso de desarrollo del sistema, así como para la validación del logro de los objetivos en el producto terminado. La ingeniería de requerimientos se elabora en tres etapas: elicitation, definición y análisis; la elicitation implica identificar las funcionalidades requeridas desde el entorno de uso, e identificar otro tipo de necesidades relacionadas a aspectos como la usabilidad y la seguridad, entre otras. En el caso de estudio que se presenta, se han determinado los requisitos funcionales para la automatización de la dosificación desde el proceso de molienda, hacia los procesos de temperado y prensado, en la industrialización del cacao (*theobroma cacao L.*) y los requisitos no funcionales de usabilidad de la interfaz humano-máquina. En la aplicación metodológica, se han obtenido descripciones de los escenarios de uso, procurando que cubran las características deseables de todo requisito para que sea necesario, independiente de la implementación, no ambiguo, consistente, completo, singular, factible, trazable y verificable. De igual forma, se definieron las premisas básicas de usabilidad para las interfaces.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria, con base en los productos del sector agropecuario (agricultura y ganadería), elabora, transforma, prepara, conserva y envasa alimentos para consumo humano y animal, para lo cual esta importante industria ha evolucionado a esquemas de concentración y tecnificación. Existen diversas tecnologías que implementan procesos de fabricación, que se clasifican en: manipulación, almacenamiento, extracción de propiedades, envasado y conservación de alimentos [1]. En las fábricas de procesamiento de alimentos, se implementan soluciones automatizadas rentables para lograr mayores niveles de producción, desde procesos de recepción de materia prima, selección y transformación, hasta esquemas de picking, colocación, envasado y paletizado [2]; este tipo de inversiones generan valor agregado a los productos.

En México, el dinamismo del sector ha resultado interesante, presentando tasas totales de crecimiento en producción y valor agregado del 75% y 83%, respectivamente. Además, Veracruz es uno de los cinco estados en que se concentra más del 40% del empleo actual de esta actividad [3].

El theobroma cacao L. (a partir de este momento sólo cacao) es un cultivo originario de México de importancia económica, cuya producción representa el 0.15% del PIB agrícola nacional y el 0.04% de la producción agroindustrial. En 2016 se registraron 59,842 ha sembradas con un 64% de superficie no mecanizada y un 93% de producción de temporal; hasta 2017, la producción interna cubría el 41% de los requerimientos, con una dependencia de países como Ecuador, Costa de Marfil, República Dominicana, Colombia y Ghana [4].

amas de pasta de cacao y pastillas o escamas de manteca de cacao.

Después de su cosecha y recolección en las zonas productivas in situ, el grano es separado de la vaina, fermentado y secado, reduciéndose su humedad del 60% al 7%, lo que garantiza su preservación, para añejarlo por un tiempo y posteriormente almacenarlo para su traslado a fábrica [5]. Ya en fábrica, la materia prima (cacao seco) es sometida a diversos procesos que permiten generar productos diversificados. La primera fase del procesamiento es única, e incluye los pasos indicados en la figura 1, que son descritos de manera sintética a continuación [6]:

Descarga y pesaje: Se recibe la materia prima en sacos o costales, cuyo peso es verificado contra embarque.

Limpieza y selección: Se eliminan por procesos mecánicos automatizados las piedras, hojas, troncos y demás elementos extraños a la semilla; además, se utiliza un imán para retirar cuerpos metálicos extraños que pudieran presentarse.

Tostado: La semilla se ingresa a un tostador de cilindro a base de gas L.P. (Licuado Propano), incorporado bajo un proceso semi-automatizado.

Descascarillado: A través de un proceso mecánico, se elimina la cubierta exterior de la semilla ya tostada.

Molienda bruta: A través de un molino por aspas, se da un primer paso de molienda para bajar la granulometría, de tal forma que se rompe la integridad de la semilla. Este paso mejora la eficiencia de la molienda fina.

Molienda fina: A través de un molino por rodillos e inyección de agua, se genera una molienda fina que produce una pasta espesa conocida como 'icor de cacao' o 'pasta de cacao'.



Figura 1. Pasos de la primera fase del procesamiento del cacao. Fuente: elaboración propia.

Desde el proceso de molienda fina, se traslada la pasta de cacao hacia el prensado y temperado a través de un esquema de dosificación, actualmente operado de manera manual, lo que ocasiona falta de precisión y sincronización en los procesos. El sistema de dosificación es crítico para la gestión de la derivación a los procesos diferenciados, por lo que se abordó el planteamiento de su automatización. En este trabajo, se presenta lalicitación de requisitos funcionales para este control y los requisitos no funcionales relativos a la interfaz humano-máquina, que permitirán su fácil adopción por el personal técnico de la planta industrial del caso de estudio.

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar una metodología formal para el diagnóstico y levantamiento de requerimientos, con el fin de desarrollar un sistema de automatización y control en una industria de procesamiento de cacao. Para ejecutar las tareas relativas a la ingeniería de requisitos y el análisis de los mismos, en la comprensión del problema se condujo un diagnóstico de situación actual; en la recolección de información se determinaron las variables de operación, se identificaron los usuarios y se analizaron los requerimientos en función de la segmentación del control.

TEORÍA

En el desarrollo de un sistema de software, la especificación de requisitos permite la abstracción del problema desde el punto de vista de la ingeniería para realizar un análisis suficiente que permita el planteamiento de una solución de procesamiento de información [7].

Los requisitos son las especificaciones que deben implementarse y pueden plantearse en tres niveles: de negocio, de usuario y funcionales; además, el sistema tiene requisitos de tipo no funcional, entre las que figura la usabilidad, que es la facilidad de uso que permite conocer, aprender, usar y recordar la interacción con el sistema [8]. Los requisitos deben guardar ciertas características sobre ser necesario, independiente de la implementación, no ambiguo, consistente, completo, singular, factible, trazable y verificable [9].

El desarrollo de requisitos contempla una primera etapa que consiste en obtener las necesidades desde los usuarios; a esta etapa se le conoce como **elicitación**, la cual permite el descubrimiento de los requisitos [10], para lo cual se llevan a cabo, entre otras técnicas, entrevistas, reuniones de trabajo, análisis de documentos e, incluso, observación de los procesos [11]. La **elicitación** incluye las tareas que se describen a continuación y cuyo flujo se representa en la figura 2:

Comprender el problema que se va a resolver, para lo cual es necesario estudiar el dominio o entorno en el que el sistema va a operar.

Buscar y recolectar información acerca del sistema a desarrollar de manuales de operación y mantenimiento, de manuales organizacionales y políticas de operación.

Definir los límites y restricciones del sistema para determinar con precisión qué es lo que el sistema va a hacer y también especificar lo que no va a hacer.

Identificar a las personas o usuarios interesados en el sistema, ya que ellos conocen el medio ambiente en que operará el sistema y pueden ayudar describiendo sus necesidades.

Recolectar y clasificar requerimientos, recurriendo a diagramas y notaciones de representación.

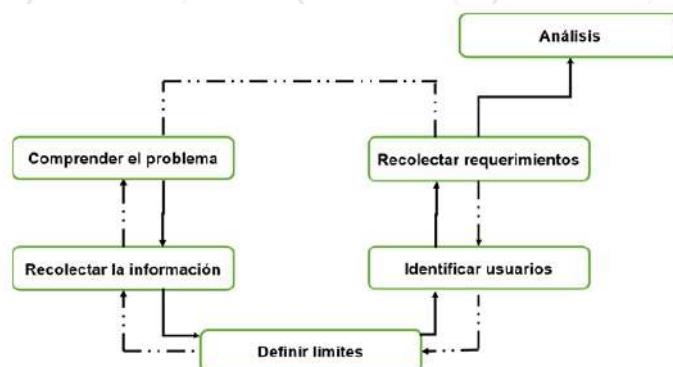


Figura 2. Proceso de obtención de requerimientos [12].

La determinación de los requisitos inicia con la definición del caso de estudio, en el que se identifica el tema central que motiva el desarrollo de un sistema. A continuación, se debe realizar un estudio de la organización que identifique las áreas y usuarios participantes, así como la estructura organizacional, sus funciones y las interrelaciones entre ellas.

PARTE EXPERIMENTAL

Mapeo general de proceso de industrialización

Desde el proceso de molienda fina, la pasta de cacao pasa al proceso de prensado, donde, por acción hidráulica, se separa la manteca de la pasta de cacao, generando un residuo conocido como 'torta' o 'galleta' de cacao, el cual se deriva a las líneas para el chocolate instantáneo y la cocoa en polvo; la manteca obtenida se canaliza al proceso de temperado y es depositado en un tanque específico. Una segunda derivación conduce parte de la pasta de cacao sin prensar a un proceso de temperado diferenciado, en un segundo tanque; desde los tanques de temperado, se derivan las líneas de producción que generan pasta y manteca de cacao o escamas, ya sea de pasta de cacao o de manteca de cacao. El diagrama general de estos procesos se puede observar en la figura 3.

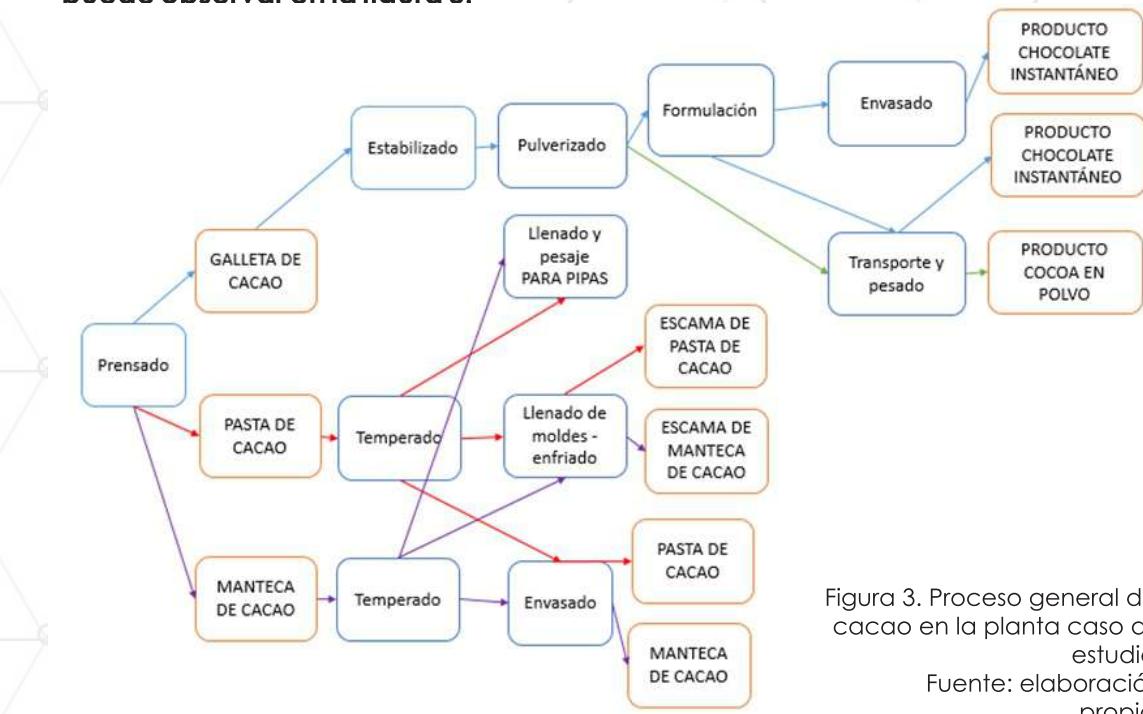


Figura 3. Proceso general del cacao en la planta caso de estudio.
Fuente: elaboración propia.

El temperado es el proceso térmico que permite una transición de estado líquido a sólido, favoreciendo la cristalización estable mediante cambios bruscos de temperatura, tanto de la pasta como de la manteca de cacao, buscando homogeneidad, eliminación de grano, mejora en el brillo, conservación y mayor estabilidad térmica. La pasta de cacao ingresa al proceso de temperado a una temperatura de entre 40° y 45°, bombeado desde los tanques de depósito situados en el área de molienda; el producto se transfiere por una serie ductos en laberinto hacia los tanques de temperado. En su recorrido, pasa por sectores temperantes con un descenso de temperatura hasta un rango entre 27° y 31°, alcanzando una pre-cristalización y subiendo posteriormente de nuevo la temperatura [13].

Descripción de las líneas de distribución

Como ya se mencionó, en el área de molienda se convierte la pasta de cacao a líquido y es distribuido hacia las áreas de temperado y prensado por medio de bombas positivas, a través de un sistema de tuberías que se mantienen calientes mediante agua caliente circundante, el fluido llega a un refinador, que después lo manda a un tamiz para retiro de impurezas; una vez que el fluido está filtrado, se selecciona el envío a uno de los cuatro tanques existentes y se abre la válvula neumática para su llenado. Los cuatro tanques son monitoreados por los módulos indicadores de peso, los cuales pueden llegar a almacenar hasta cinco toneladas de fluido de cacao, área donde se encuentran las tres líneas de alimentación principales, que son: primaria, temperado y GDO.

La línea de alimentación primaria se encarga de llenar los cuatro tanques (TQ-1 a TQ-4), la segunda línea envía el fluido de cacao al área de temperado, mientras que la línea de GDO se encarga de llevar el fluido al área de prensado. En la figura 4 se muestra el plano técnico del área de molienda, y en la figura 5 a y b se muestran los planos de dosificación a los tanques de prensado y temperado, cada uno de 1 ton de capacidad.

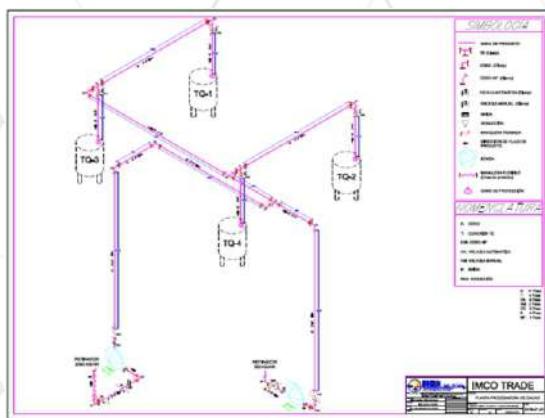


Figura 4. Plano técnico del área de molienda Fuente: elaboración propia.

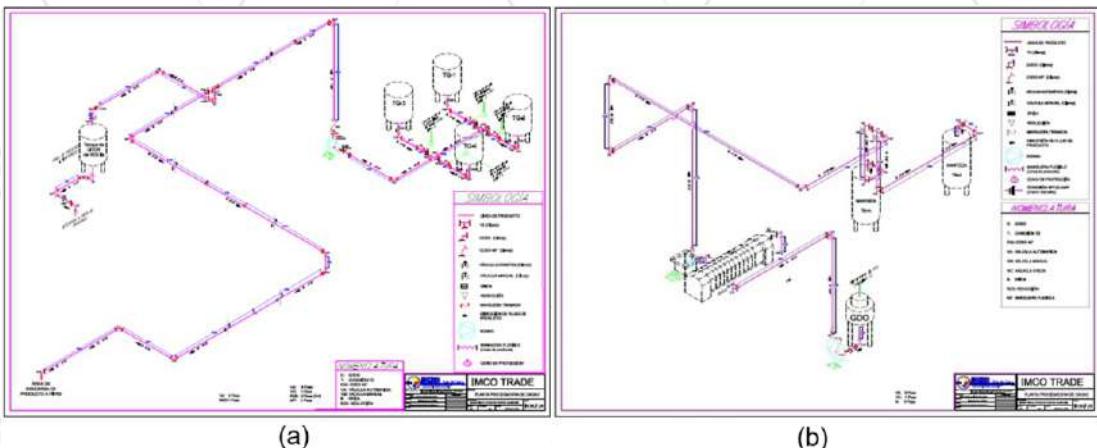


Figura 5. Plano técnico de la línea de dosificación de temperado (a) y de prensado (b).
Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Requisitos funcionales

Los requisitos obtenidos de la aplicación metodológica se han plasmado en fichas descriptivas de escenarios de proceso de las tablas de la 1 a la 5.

Tabla 1. Descripción del requisito funcional para la línea principal de alimentación.

Proceso	Análisis de la línea principal de alimentación de los cuatro tanques de molienda
Descripción	Alimentación individual a un tanque (no existe alimentación simultánea entre los cuatro tanques).
Control de alimentación	Al seleccionarlo, su válvula se abre y las válvulas de los otros tanques se cierran, y simultáneamente se manda la señal a la bomba para encenderla. El llenado del tanque estará monitoreado por el módulo indicador de peso, el cual tiene un rango mínimo de 200 kg y un máximo de 5,300 kg, y estará en función de la configuración que se le dé al setpoint, el cual se encargará de apagar la bomba y cerrar la válvula una vez que se haya llegado al peso establecido. El setpoint se podrá configurar antes o reconfigurar durante el proceso.
Botón de finalizar tarea	En caso de que, por alguna razón, el operador requiera parar la alimentación del tanque, mandará a apagar la bomba y cerrar la válvula.
Avisos	Al seleccionar el tanque deseado para su alimentación, se mandará un aviso al operador para que se verifique que la válvula manual ubicada cerca del tamiz se encuentra abierta, y se tendrá un botón de OK que, una vez pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y dará comienzo al llenado del tanque.

Precauciones

El operador no podrá alimentar los otros tanques mientras se esté alimentando uno, por lo que el operador debe esperar o configurar el setpoint para finalizar la alimentación, o dar clic en el botón relativo a finalizar tarea.

Control de retroalimentación

Si el operador selecciona la operación de retroalimentación en el tanque, las válvulas que están en la línea GDO y temperado se cerrarán, al mismo tiempo que se manda a encender la bomba. Habrá un setpoint de tiempo para que el operador indique cuánto durará la retroalimentación; el setpoint se podrá configurar antes o reconfigurar durante el proceso.

Botón de finalizar tarea

Para el caso de que el operador requiera parar la retroalimentación del tanque, mandará a apagar la bomba y se cerrarán las válvulas.

Avisos

Al seleccionar la retroalimentación del tanque deseado, se mandará un aviso al operador para que revise que la válvula manual que está por debajo del tanque se encuentre abierta, la cual tendrá un botón de OK que, pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y se dará comienzo a la retroalimentación.

Precauciones

El operador no podrá mandar flujo a la línea de GDO ni a temperado mientras se esté realizando una retroalimentación en el tanque, por lo que el operador debe esperar, configurar el setpoint para que finalice la retroalimentación, dar clic en el botón finalizar tarea o, como última opción, utilizar otro tanque.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Descriptiva del requisito funcional para la línea GDO-tanque 3.

Proceso	Análisis de la línea GDO
Descripción	Alimentación a la línea GDO por el tanque tres.
Control de flujo a línea de GDO	Al seleccionarlo, las válvulas que están antes de la bomba y después de la bomba se abrirán junto con la válvula de GDO, mientras que la válvula que lleva a retroalimentación y la válvula que está en la línea de temperado se cerrarán (deberán estar cerradas por default). Cuando el tanque que está alimentando a GDO pese los 200 kg, la válvula GDO se cerrará junto con las otras válvulas y el control pasará a modo manual.
Botón de finalizar tarea	Cuando el operador requiera parar la alimentación a GDO, se mandarán a cerrar las válvulas que están antes y después de la bomba junto con la válvula de GDO, y al mismo tiempo se mandará a apagar la bomba.
Avisos	Al seleccionar el tanque deseado para la alimentación a la línea de GDO, se mandará un aviso al operador para que revise que la válvula manual que está debajo del tanque se encuentra abierta, el tendrá un botón de OK que, una vez pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y dará comienzo a la alimentación de la línea GDO.
Precaución 1	Si el peso del tanque con el cual se quiere alimentar a la línea de GDO es menor o igual a 200 kg, no se permitirá activarlo desde el HMI, por lo que el operador deberá hacerlo de manera manual en el caso de que requiera vaciar el tanque.
Precaución 2	El operador sólo podrá alimentar la línea GDO bombeando desde el tanque tres, las demás bombas quedarán inhabilitadas.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Descriptiva del requisito funcional para la línea GDO-tanques 1-2-4.

Proceso	Análisis de la línea GDO
Descripción	Alimentación a la línea GDO por los tanques uno, dos y cuatro.
Control de flujo a línea de GDO	<p>Al seleccionar cualquier tanque, la válvula que está antes de la bomba se cerrará junto con las válvulas que están sobre la línea de temperado que corresponden al tanque uno y cuatro, así como la válvula de temperado. Las válvulas que se abrirán son: la que está sobre la línea de temperado del tanque uno junto con la válvula del tanque tres, así como la que está antes de la bomba y después de la bomba, así como la válvula de la línea de GDO, mientras que la válvula que lleva a retroalimentación se cerrará. Cuando el tanque que esté alimentando a GDO pese los 200 kg, la válvula GDO se cerrará junto con las otras válvulas y el control pasará a modo manual.</p>
Botón de finalizar tarea	Cuando el operador requiera parar la alimentación a GDO, se mandará a cerrar la válvula de GDO y las demás.
Avisos	Al seleccionar el tanque deseado para la alimentación a la línea de GDO, se mandará un aviso al operador para que revise que la válvula manual que está debajo del tanque se encuentra abierta, el cual tendrá un botón de OK que, una vez pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y dará comienzo a la alimentación de la línea GDO.
Precaución 1	Si el peso del tanque con el cual se quiere alimentar a la línea de GDO es menor o igual a 200 kg, no se permitirá activarlo desde el HMI, por lo que el operador deberá hacerlo de manera manual en el caso de que quiera vaciar el tanque.

Precaución 2

Alimentación a la línea GDO por los tanques uno, dos y cuatro. El operador sólo podrá alimentar la línea GDO bombeando desde el tanque tres, las demás bombas quedarán inhabilitadas.

Control de tanque de manteca sucia y filtrado-Caso 1

Si el operador desea mandar el flujo al tanque sucio, seleccionará la opción “llenar tanque sucio” y se abrirá la válvula de tanque, mientras que la válvula que está sobre la misma línea que pertenece al filtrado se cerrará.

Aviso-Caso 1

El llenado del tanque estará monitoreado por el módulo indicador de peso; si éste es igual a 5000 kg, mandará un aviso al operador, mencionando que el tanque está próximo a llegar a su máxima capacidad.

Botón finalizar tarea-Caso 1

Cuando el operador requiera parar el llenado del tanque sucio, se mandará a cerrar la válvula.

Control de tanque de manteca sucia y filtrado-Caso 2

Si el operador desea mandar el flujo del tanque sucio al tanque de filtrado, seleccionará la opción “llenar tanque de filtrado” y se abrirá la válvula que está antes del filtro y la válvula que está después del filtro; simultáneamente, se mandará la señal a la bomba para encenderla y se cerrará la válvula que está sobre la línea de temperado.

Aviso 1-Caso 2

Al seleccionar la opción de llenar tanque de filtrado, se mandará un aviso al operador para que revise que la válvula manual que está debajo del tanque sucio se encuentra abierta, el cual tendrá un botón de OK que, una vez pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y abrirá la válvula del tanque de filtrado.

Aviso 2-Caso 2

El llenado del tanque estará monitoreado por el módulo indicador de peso; si éste es igual a 5000 kg, mandará un aviso al operador mencionando que el tanque está próximo a llegar a su máxima capacidad.

Botón finalizar tarea-Caso 2

Cuando el operador requiera parar el llenado del tanque de filtrado, se mandará a cerrar la válvula que está antes del filtro y la válvula que está después del filtro.

Precaución

El operador no podrá alimentar el tanque de temperado si el tanque de filtrado está en operación.

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Descriptiva del requisito funcional para la línea de temperado desde molienda.

Proceso

Análisis de la línea de temperado para alimentación del tanque de temperado proveniente de molienda

Descripción

Ejemplo de alimentación a la línea de temperado por el tanque 1.

Control de alimentación

Al seleccionarlo, primero se evaluará la medición del sensor de nivel; si está lleno, dará un mensaje de precaución y no podrá activarse la línea de temperado. Si el SN1 y el Sn2 están desactivados o sólo el SN2 está desactivado, se podrá activar la línea de temperado. Para ello, la válvula que está antes de la bomba de retroalimentación se cerrará,

mientras que la válvula que lleva a la línea de temperado, la válvula de temperado y las siguientes dos válvulas que están sobre la línea que lleva al tanque de temperado se abrirán, en el mismo momento se mandará la señal a la bomba para encenderla. El llenado del tanque estará monitoreado por dos sensores de nivel; si el S2 se activa, mandará a apagar la bomba y a cerrar las válvulas.

Botón de finalizar tarea

Cuando el operador requiera parar la alimentación del tanque de temperado, se mandará a apagar la bomba y se cerrarán las válvulas.

Avisos

Al seleccionar el tanque que alimentará la línea de temperado y si los sensores de nivel indican medidas bajas, se mandará un aviso al operador para que revise que la válvula manual que está debajo del tanque se encuentra abierta, el cual tendrá un botón de OK que, una vez pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y dará comienzo al llenado del tanque de temperado.

Precaución 1

Si el sensor de nivel (S2) está activado, se le notificará al operador que no puede ser activada la línea de temperado hasta que el sensor indique lo contrario.

Precaución 2

El operador sólo podrá alimentar la línea de temperado con un tanque a la vez. Durante este proceso quedrán bloqueados los demás tanques hasta que el tanque alimentador haya finalizado o el operador haya finalizado la tarea, sólo así podrá activarse otro tanque.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Descriptiva del requisito funcional para la línea de temperado desde filtrado.

Proceso	Análisis del control de alimentación al tanque de temperado proveniente del tanque de filtrado desde el área de prensado
Descripción	Al seleccionarlo, primero se evaluará la medición del sensor de nivel; si está lleno, se dará un mensaje de precaución y no podrá activarse la línea de filtrado del área de prensado. Si el SN1 y el SN2 están desactivados o sólo el SN2 está desactivado, se podrá activar la línea de filtrado, para lo cual la válvula que está después del filtro se cerrará, mientras que la que está antes del filtro y la que está cerca del tanque de temperado se abrirán, y en el mismo momento se mandará la señal a la bomba para encenderla. El llenado del tanque estará monitoreado por dos sensores de nivel; si el S2 se activa, mandará a apagar la bomba y a cerrar las válvulas
Botón de finalizar tarea	Cuando el operador requiera parar la alimentación del tanque de temperado, se mandará a apagar la bomba y se cerrarán las válvulas.
Avisos	Al seleccionar el tanque de filtrado que alimentará el tanque de temperado y si los sensores de nivel indican medidas bajas, se mandará un aviso al operador para que revise que la válvula manual que está debajo del tanque se encuentra abierta, el cual tendrá un botón de OK que, una vez pulsado, avisará que la válvula ya está abierta y dará comienzo al llenado del tanque.
Precaución 1	Si el sensor de nivel (S2) está activado, se notificará al operador que no puede ser activado el tanque de filtrado hasta que el sensor indique lo contrario.

Fuente: elaboración propia

Requisitos no funcionales – Premisas de usabilidad

En cuanto al color de las pantallas de la aplicación, se basaron conforme a un estudio de colores normalizado [14], los cuales ayudan visualmente al usuario a recibir la información correctamente, tal como se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Colores estandarizados por estado.

Característica	Color estandarizado
Estados: marcha-aberto	Verde
Estados: parado-cerrado	Rojo
Estados: atención-preparado	Amarillo
Alarmas: atención-prealarma	Amarillo
Alarmas: alarma	Rojo
Alarmas: sin alarma	Gris, invisible
Elementos: metal	Gris
Fondos	Gris, verde, azul

Fuente: elaboración propia.

En la figura 6 se muestra la aplicación de las premisas del diseño; en la (a) se muestra la pantalla tipo y el diseño de botones, mostrando el uso de los colores estandarizados para que cualquier usuario entienda los eventos del proceso; por ejemplo, en los semáforos, el verde indica avanzar (siguiente) y el rojo detenerse (alto). En la (b) se presenta el color gris, que representa el estado de 'apagado' o 'cerrado', así como el color verde, que representa 'encendido' o 'abierto'. Por último, la (c) muestra las tuberías en color gris como referencia a 'ausencia de fluido' y conforme a norma DIN 2403 [15] y NOM-028-STPS-2012 [16], ya que el fluido del proceso es un aceite derivado del cacao.

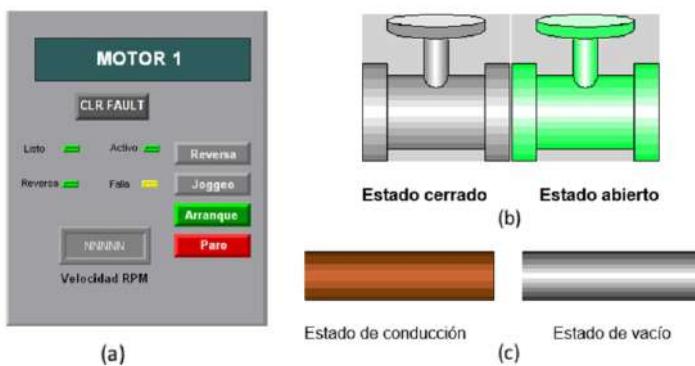


Figura 6. Código de colores.
Fuente:
Elaboración propia

Los botones de comandos se diseñaron bajo el código aplicado en los dispositivos de reproducción, buscando familiaridad con el usuario. Este esquema se muestra en la figura 7.



Figura 7. Botones de comando. Fuente: elaboración propia.

La distribución de los elementos en las pantallas del proceso se implementa con lectura de arriba a abajo y de izquierda a derecha, según el diagrama de Gutenberg. Como las alarmas en nuestro proceso tienen mayor prioridad, serán mostradas en el centro de la pantalla sobre el sinóptico, el cual, por razones obvias, estará en la parte central mostrando variables del proceso, y el título, como cualquier escrito, tomará la parte superior; por su parte, los comandos de procesos y navegación se establecieron en la parte de abajo. En la figura 8 se muestra una maqueta representativa de esta distribución.



Figura 8. Distribución de pantalla tipo. Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Con la aplicación metodológica para la obtención de requisitos del sistema de control y dosificación de pasta de cacao desde el proceso de molienda fina hacia el prensado y temperado, se han validado cinco escenarios funcionales: 1) línea principal desde los cuatro tanques de molienda; 2) línea GDO por el tanque 3; 3) línea GDO por los tanques, 1, 2 y 4; 4) línea de temperado desde molienda, y 5) línea de temperado desde filtrado. De igual forma, se obtuvo el mapeo general que sirvió como base para el entendimiento del flujo general de la producción.

Con relación a las premisas de usabilidad, se estandarizaron los colores, los componentes gráficos a integrar en las interfaces y la distribución de las mismas, buscándose elementos familiares a los usuarios objetivo, así como representatividad a los estados importantes que son monitoreados.

BIBLIOGRAFÍA

- EcuRed. (2019, Sep.) "Industria Alimentaria". [Online]. Available: https://www.ecured.cu /Industria _Alimentaria.
- I. Jamshed, K. Zeashan-Hameed and K. Azfar, "Prospects of robotics in food industry", Food Science and Technology, vol. 37, no. 2, pp. 159-165, 2017.
- Secretaría de Economía. (2019, Sep.) "Comunidad de negocios. Industria Alimentaria". [Online]. Available: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/informacion-sectorial/industria-industria-alimentaria>
- SAGARPA-Subsecretaría de Agricultura. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Cacao Mexicano. pp 1-7.
- H. A. Tinoco and D. Yomali-Ospina, "Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado", Revista EIA, no. 13, pp. 53-63, 2010.
- R. L. Liendo, "Procesamiento del cacao para la fabricación del chocolate y sus subproductos", INIA Divulga, no. Septiembre-Diciembre, pp. 2-14, 2005.
- D. Ramos-Cardozzo, Desarrollo de Software. Requisitos, estimaciones y análisis, 2st ed., Ed. IT Campus Academy, 2016, p.19.
- A. Solano-Alegria and J. D. Cardona-Quiroz, Evaluación colaborativa de la usabilidad en el desarrollo de sistemas de software interactivos, Cali, Colombia: Ed. Universidad Autónoma de Occidente, 2015.
- Systems and software engineering- Life cycle processes- Requirements engineering, ISO/IEC/IEEE, Std. 29148, 2018.
- K. Wiegers, K. and J. Beatty, Software Requirements, 3th ed. Redmond, WA, USA: Microsoft Press, 2013, pp. 3-24.
- M. del C. Gomez-Fuentes, Análisis de requerimientos, Cd. de México, México: Ed. Universidad Autónoma Metropolitana, 2011.
- P. Mejía-Álvarez. (2009) "Obtención de Requerimientos". [Online]. Available: <http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmalvarez/softeng/curso-2009/Obtencion-requerimientos.pdf>

- Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. (2018). "Derivados del cacao". [Online]. Available: <http://www.gelatsgaliana.com/derivadosdelcacao.htm>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1997). "REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril". [Online]. Available: https://www.insst.es/lnshWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/485_97/PDFs/realdecreto485199714deabrilsoobreisposicionesminimasenm.pdf
- A. Rodríguez-Penín, Sistemas SCADA, 2nd ed. D.F., México: Alfaomega Grupo Editor, 2007.
- Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012 Sistema para la administración del trabajo- Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejan sustancias químicas peligrosas, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Diario Oficial de la Federación, jueves 6 de septiembre de 2012, Quinta sección.

PROTOTIPO DE PLATAFORMA WEB PARA AUTOMATIZAR LA GESTIÓN DE ATENCIÓN A ESCUELAS CONAFE BAJO EL ESQUEMA DE LA REGLA DE LAS 3R'S

Rosalía Daza Merino¹

Lilia Licea Hernández¹

Virginia Lagunes Barradas^{1,2}

Erika María Ronquillo Mandujano¹

Salvador Herrera Velarde¹

Instituto tecnológico superior de xalapa,¹

Reserva territorial s/n, col. Sta. Bárbara, cp 910962

Facultad de estadística e informática,²

Universidad veracruzana, xalapa, ver.



RESUMEN

El presente artículo tiene como finalidad dar difusión a un proyecto que promueve una conciencia ciudadana a favor del aprovechamiento de los desechos inorgánicos. Las acciones encaminadas a concientizar la aplicación del modelo denominado de las 3R's (reducción, reutilización y reciclaje), pretende obtener productos para satisfacer requerimientos específicos de espacios educativos.

Tras un análisis de las diferentes carencias y necesidades didácticas y de infraestructura de las escuelas ubicadas en zonas rurales y marginales, específicamente preescolares y primarias que pertenecen al Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE) del estado de Veracruz, se trabajó en dar solución a carencias tales como mantenimiento de aulas, falta de mobiliario y equipo, áreas recreativas, insuficiencia de material lúdico y didáctico, entre otras; además de contribuir en beneficio de una equidad social-educativa.

El desarrollo de este proyecto combina la regla de las 3R's con un sistema web que permite llevar el control y registro, tanto de los requerimientos como de los insumos obtenidos y de los productos logrados. Esta iniciativa pone a disposición de la ciudadanía y de empresas locales las necesidades que tiene cada centro educativo y los insumos necesarios para satisfacerlas de una manera controlada y transparente.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de educación sustentable, la UNESCO destaca el rol de la educación enfocada en mejorar la calidad de vida de las personas y sus niveles de satisfacción personal, sin embargo, para poder transformar nuestra sustentabilidad, se requiere cimentar democracia y de tender puentes para inclusión de toda la gente y trascender hacia la equidad social.

Es necesario darle la importancia a dichos temas para tomar acciones en el sistema educativo, involucrando primeramente a los infantes, el cual inicia con niños seguros, sanos y bien instruidos para obtener un progreso sustentable, humano e infantil.

Desde el año 2016 a la fecha cuatro escuelas se han visto beneficiadas, pero con recursos propios de cuatrocientos ochenta estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Gestión Empresarial, tres docentes del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, así como la participación de cinco ciudadanos y dos microempresarios con la donación de diversos materiales para reciclarlos y reutilizarlos. Derivado de lo anterior, surge la necesidad de aplicar estrategias de logística de suministro de materiales, donde cualquier ciudadano contribuya con la donación para el desarrollo de material didáctico, equipamiento de áreas recreativas, mantenimiento a las aulas, etcétera. Sin embargo, por la cantidad de escuelas que tiene el estado de Veracruz, se necesita adoptar tecnología para maximizar el impacto y respuesta de la ciudadanía, y esto se puede lograr con el diseño de una plataforma web que permita la ejecución de aplicaciones como el registro de datos históricos de los donadores, registro de cómo fue utilizado el material y ubicación del mismo que fue transformado en un subproducto, así como las comunidades educativas de CONAFE del estado de Veracruz que fueron beneficiadas y el monto total de los proyectos implementados, permitiendo a través de videos y fotografías visualizar el antes y el después del centro

educativo.

No obstante, para poder contribuir con más proyectos y esfuerzos humanitarios, se requiere la participación notoria y fehaciente de los ciudadanos, y una manera de hacerla más rápida y eficiente es utilizando las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), que son parte de la revolución digital porque aportan beneficios que impactan el medioambiente.

TEORÍA

Es importante vincular la tecnología con la preservación del medio ambiente; después de haber trabajado con las escuelas CONAFE, se ha observado que hablar de 3R's es un tema que involucra a toda la sociedad, pues invita al cuidado del planeta comenzando la formación en las aulas.

La regla de las 3R's se basa en tres palabras que tienen un significado e impacto en los hábitos de consumo, como Nava-Bautista (s.f.) lo explica en los enunciados siguientes:

Reducir es consumir menos, evitar comprar objetos nuevos o de moda que probablemente serán basura.

Reutilizar es alargar la vida del producto, esto es generar otro subproducto o bien repararlo para darle otro uso.

Reciclar es que el residuo se convierta en material o insumo para crear nuevos productos sin necesidad de gastos energéticos y sin aumentar el volumen de residuos.

Estos términos fueron propuestos por el Primer Ministro del Japón, Koizumi Junichiro, y que Nava-Bautista (s.f.) hace mención:

En la cumbre del G8 en junio de 2004 se presentó la iniciativa y se explicó que esta regla de 3R's busca construir una sociedad orientada hacia el reciclaje. En abril de 2005 se llevó a cabo una asamblea de ministros en la que los representantes de más de 20 países discutieron la forma en que se podrían implementar, de manera internacional, acciones relacionadas a las tres erres; esquema que permite aprovechar aquello que se considera basura en un producto diferente dándole otro uso distinto de lo que originalmente fue creado.

Un dato preocupante es que, según cifras que se presentan en el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, (Semarnat, 2016:437), el estado de Veracruz es la cuarta entidad federativa que genera residuos sólidos urbanos (RSU) con un volumen de 2.3 millones de toneladas anuales, lo que representa un 5.5% del total de RSU del país; la evolución de la generación de residuos por tipo de localidad entre 1997 y 2012 muestra que las ciudades pequeñas fueron las que, en términos porcentuales, incrementaron mayormente sus volúmenes de generación de residuos (pasaron de 1.9 a más de 3.5 millones de t, es decir, un incremento de 84%). Dicha situación hace necesaria una solución de forma inmediata, ya que el volumen de reciclado y reutilización no está a la par con la generación, por lo que tener acciones para aprovecharlos impacta positivamente en el medio ambiente.

Para tener una idea del volumen y su aprovechamiento actual, Góngora-Pérez (2014:4) menciona que:

Para estimar la capacidad de reciclaje, es necesario detectar aquellos subproductos de los residuos sólidos urbanos (RSU) que son susceptibles de ser

reciclados. Considerando la clasificación de los RSU en tres categorías, se estima que casi 40% de la generación total de estos residuos es susceptible de ser aprovechada, dentro de los que destacan el plástico rígido de película, el cartón y el papel. Asimismo, además de que los residuos sean susceptibles de ser utilizados nuevamente o no, también resulta fundamental que sean recolectados con tal intención, pues de lo contrario dejan de ser utilizables.

De acuerdo con Kaiser (2005:83), existen dos posturas con respecto al uso de las tecnologías, “los optimistas consideran que las nuevas tecnologías pueden hacer un mundo mejor, y los pesimistas consideran que con ellas se exacerbán las disparidades existentes en la sociedad”.

Tomaremos el enfoque positivista, ya que a través de las TIC se puede concebir un mundo mejor, en donde haya justicia y equidad para todos, comenzando por el uso más eficiente de los recursos humanos y naturales.

Es necesario plantear a las TIC como herramientas indisolubles de cualquier estrategia que pretenda implementar políticas de desarrollo sustentable; ya que para tener un progreso responsable se debe lograr un desarrollo sustentable mediante la utilización de éstas, lo cual requiere de la implicación y concientización de la sociedad en general.

La UNESCO (2019) señala que: “crisis ecológicas y humanas, no son por sí mismas la causa de los problemas; son síntomas; siendo consecuencias de maneras de pensar, y prácticas sociales, económicas y políticas que han colocado al mundo en el sendero de la no sustentabilidad.”

Derivado de lo antes mencionado surge la necesidad de dirigir los esfuerzos hacia el logro de tecnologías eco-amigables (amigables ambientalmente) y, de desarrollos tecnológicos favorecedores de la transición a la sustentabilidad.

Para el caso específico de éste proyecto, la tecnología a utilizar se refiere al diseño e implementación de una plataforma web que automatice la gestión a escuelas CONAFE, por lo que se dan a conocer los términos técnicos derivados de dicha plataforma.

Se denomina plataforma web a aquellas aplicaciones a las que los usuarios pueden acceder mediante un servidor web a través del internet o de una intranet, en otras palabras, es una aplicación de software que no necesariamente está instalada en una computadora propia sino que se encuentra en otro equipo y que hace las veces de servidor de la red (Maldonado, 2016: 12).

Entre las ventajas de este tipo de aplicaciones se encuentran:

- a) El usuario puede acceder fácilmente empleando un navegador web;
- b) Se puede acceder desde cualquier lugar del mundo mientras se tenga acceso a internet;
- c) Es multiusuario, es decir, pueden acceder cientos de usuarios simultáneamente, por supuesto validando la integridad de la información, la seguridad y la capacidad y rendimiento de los dispositivos de almacenamiento y acceso (hardware) o problemas con el software, derivados de actualizaciones o uso de protocolos de comunicación.
- d) Son multiplataforma, por su independencia del hardware y del sistema operativo que se utilice; y, ahorran tiempo y siendo de acceso inmediato, entre otras.

Para el diseño de esta plataforma se empleó la metodología Scrum, misma que se describe en el apartado siguiente.

METODOLOGÍA

El proceso de sistematizar la aplicación del modelo de las 3R's se llevó a cabo mediante el uso de la metodología scrum y diversas herramientas de software para la implementación del sistema.

Según el sitio oficial de Scrum (2019), éste se refiere a un marco de trabajo también conocido como framework, tendiente a la gestión de proyectos de manera ágil y ligera, en este caso, para el desarrollo de software; describe un acercamiento iterativo e incremental para cualquier proyecto de trabajo.

Cada fase del proyecto con Scrum framework fue cuidadosamente respetada por los miembros del equipo, donde la autoorganización y la comunicación fueron fundamentales; no existió un jefe de proyecto en sí, sino que el scrum master y el scrum owner comparten responsabilidades, pero al final el equipo decide qué tanto se puede hacer en un Sprint. Otro aspecto central dentro del Scrum Framework es la mejora continua, pues los scrum teams deben inspeccionar y evaluar frecuentemente sus artefactos y procesos para adaptarlos. A mediano plazo, esto optimizará los resultados de manera previsible, minimizando el riesgo del proyecto.

Dado lo anterior, se procedió a identificar los roles del equipo Scrum, que consta de cinco estudiantes y un asesor del área de sistemas, mismos que se desempeñan como diseñadores, analistas, desarrolladores, líder técnico y scrum master. El equipo de docentes de Ingeniería Industrial y de Gestión Empresarial, junto con los expertos de CONAFE, fungirán como Product Owner, ya que serán los encargados de que se satisfagan los requerimientos funcionales.

Posteriormente, se construyen las historias de usuario, las cuales puntualizan los objetivos que se persiguieron, todas ellas englobadas en el Product Backlog (véase figura 1).

Product Backlog 21

- CNF-03 Diseño de arquitectura de la aplicación
- CNF-04 Diseño de vista de escuela
- CNF-05 Vista en mapa lugares de escuela

En la tarea de diseño se tiene que desarrollar una pantalla con los lugares de ubicación
- CNF-07 Documentación del sistema

En este apartado se tiene que hacer desarrollo de toda la documentación acerca del sistema de invent...
- CNF-08 Creación del esquema para la base de datos

Figura 1. Product Backlog del sistema CONAFE.

Fuente: elaboración propia.

La planificación del Product Backlog se hace mediante su división en sprints, mismos que pasan por fases de análisis, producción y pruebas. La estimación de cada historia de usuario y su transición por las distintas fases a través del tiempo se gestionó a través de una herramienta en línea denominada Meistertask (véase figura 2).

Sprint 3 **Analysis** 1 **Progress** 2 **Testing**

CNF-02 Creación proyecto en framework	CNF-06 Selección de los Frameworks	CNF-01 Crear guía de diseño de interfaces	CNF-25 Capacitación de react y nodejs
CNF-26 Creación de repositorio en git Hub y asignación de permisos.	Selección de los frameworks a utilizar en front-end como en back-end	3 horas de trabajo Diseño de las interfaces de vista de escuela y pantallas principales del proyecto.	Primero paso en React + node.js, y establecer un ambiente de desarrollo local!
CNF-12 Determinación de los roles y permisos			No Tasks Drag tasks here or click + to add new task

Figura 2. Progreso de los sprints del sistema CONAFE.

Fuente: elaboración propia.

Se realizaron diversas reuniones de equipo para dar a conocer las tareas necesarias que conformaron las reglas del negocio de cada sprint, lo que permitió realizar el maquetado del sistema, el diseño de la base de datos, las vistas y las validaciones respectivas.

Las interfaces más representativas del sistema se muestran en el área de resultados, mismas que conforman parte del prototipo a mostrar a las autoridades de CONAFE para su prueba y validación.

Los siguientes sprints corresponden a los procesos de mejora continua del prototipo y de implementación real en escuelas piloto antes de su liberación final. (Figs. 3 - 6)

RESULTADOS

Tras la presentación del prototipo de la plataforma web, se confirmó que la tecnología debe y puede reorientarse hacia la resolución de los problemas que amenazan el futuro de la humanidad, por lo que, para aprovechar los RSU y generar un bien a la sociedad, específicamente a las escuelas CONAFE, se hace necesaria la intervención de ésta.

El prototipo, en su primera versión, logra cumplir con las características tanto de funcionalidad como de usabilidad requeridas, entre las que se pueden mencionar la localización geográfica de las escuelas pertenecientes a CONAFE, indicando la distancia y ruta que es necesario recorrer para llegar a ella, la descripción general de cada centro educativo, la especificación de los recursos con los que cuenta con el fin de determinar aquellos de los que adolece, la captura y reporte de los apoyos recibidos, obteniendo de manera

textual y gráfica reportes detallados a manera de historial de los recursos que ha obtenido cada escuela en diferentes períodos.

Por el lado de la usabilidad, la interfaz gráfica cumple con los estándares establecidos por Jakob Nielsen desde 1994, los cuales proporcionan las recomendaciones para diseñar sitios web de manera que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible. Entre los atributos que se validaron se encuentran la visibilidad permanente del estado en que se encuentra el sistema, el uso de un lenguaje técnico derivado del que utilizan los usuarios, con un orden lógico e imágenes claras, el control y la libertad del usuario para navegar entre los menús y regresar de las opciones seleccionadas, el uso de los estándares gráficos para posicionar botones y mensajes, la prevención de errores, el diseño estético minimalista y menús de ayuda y documentación.

Según Sánchez (2011:8), la usabilidad es una medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con un producto o sistema, lo cual es medido a través del estudio de la relación que se produce entre las herramientas (entendidas en un sitio web como el conjunto integrado por el sistema de navegación, las funcionalidades y los contenidos ofrecidos) y quienes las utilizan, con el fin de determinar la eficiencia en el uso de los diferentes elementos ofrecidos en las pantallas y la efectividad en el cumplimiento de las tareas que se pueden llevar a cabo a través de ellas.

La usabilidad antes descrita, así como la eficiencia de automatizar la gestión y el proceso de recolección y transparencia en el uso de los recursos, sólo serán medibles tras realizar las pruebas con el usuario final una vez implementado el proyecto.

La tecnología se convierte en un actor importante dentro de las acciones de

sustentabilidad, impactando de manera positiva tanto en la calidad de vida de los estudiantes y docentes de las escuelas CONAFE como en las personas de la comunidad que las rodea.

El diseño del prototipo comprende los siguientes módulos (figuras 3-6):

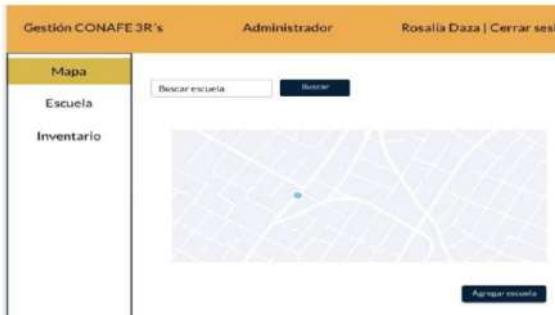


Figura 3. Mapa y búsqueda para la localización de las escuelas CONAFE.



Figura 5. Inventario de recursos por escuela.



Figura 4. Datos de las escuelas.



Figura 6. Información histórica por escuela.

En la actualidad, el sistema se encuentra en proceso de validación para su posterior implementación y prueba; las pruebas se realizarán de manera incremental, primero con un centro educativo y después con centros cercanos a la capital hasta cubrir un área importante del estado de Veracruz.

Las pruebas irán acompañadas de reportes estadísticos en los que se compruebe la asignación de recursos pertinentes y la reutilización de dichos recursos en materiales útiles para cada centro educativo.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un sistema web que gestione el control de recursos y la comunicación entre los diferentes usuarios al que este proyecto va enfocado, permite obtener un mejor aprovechamiento del tiempo y, por supuesto, un mayor aprovechamiento de los recursos. Cada apartado del sistema sigue reglas de usabilidad que permiten una mejor experiencia del usuario.

Al implementar un sistema web que gestione el control de recursos y la comunicación entre los diferentes usuarios, se constató con éstos que pueden obtenerse como beneficios: a) proveer información certera y oportuna de los RSU necesarios para la elaboración de nuevos subproductos, b) hacer más eficiente la cadena de suministro y abastecimiento de los insumos que serán aprovechados en los diferentes subproductos, y c) generar un enlace entre las instituciones educativas y la sociedad para poder contribuir al fortalecimiento de escuelas CONAFE.

Si bien éstos son los objetivos a cumplir tras la implementación del sistema, la plataforma está diseñada para difundir y comunicar no sólo a los empleados de CONAFE, sino al público en general; un proyecto que promueve una conciencia ciudadana a favor del aprovechamiento de los desechos inorgánicos, proporcionándoles la oportunidad de participar activamente en él.

Los actores colaborarán con escuelas CONAFE al contribuir con la donación de RSU reciclado que se utilizará en la elaboración de material didáctico y lúdico en beneficio de la niñez.

BIBLIOGRAFÍA

- Góngora-Pérez, J.P. (2014). El reciclaje en México. *Comercio Exterior*, 64(3), 1-5. Recuperado de:
http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/757/2/reciclaje_mexico.pdf. Fecha de consulta: 28 de junio del 2019.
- Kaiser, S. (2005) Community Technology Centers and Bridging the Digital Divide. *Knowledge, Technology, & Policy*, Vol. 18, No. 2, pp. 83.
- Maldonado-Guerrero, J.R. (2016). Desarrollo e implementación de un sistema web de seguimiento y evaluación de las prácticas pre-profesionales para la Facultad de Ingeniería Civil de la PUCE. Quito, Ecuador. Recuperado de:
http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12562/Tesis_Teoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Fecha de consulta: 02 de julio del 2019.
- Nava-Bautista J.V., Carapia-Carapia, A. L., & Vidal-García, Francisca. (s.f.) Las tres R: Una opción para cuidar nuestro planeta. Recuperado de:
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/413-las-tres-r-una-opcion-para-cuidar-nuestro-planeta>. Fecha de consulta: 28 de junio del 2019.
- Sánchez, W. (2011). La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características. *Ing-novación*, Reporte de investigación No. 2. Agosto 2011. Recuperado de:
<http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1937/1/2.%20La%20usabilidad%20en%20Ingenieria%20de%20Software-%20definicion%20y%20caracteristicas.pdf>. Fecha: 25 de junio de 2019.
- Scrum (2019). International Scrum Institute™. (s.f.). *Scrum Revealed* (2^a ed.). Recuperado de www.scrum-institute.org. Fecha de consulta: 27 de junio 2019.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). Informe de la situación del medio ambiente en México (1). Recuperado de
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf Fecha: 25 de junio de 2019.
- UNESCO (2019) Education for sustainable development, Recuperado de:
<http://www.unesco.org/education/esd/english/sustainable/notion.shtml>. Fecha de consulta: 28 de junio del 2019.

MODELO PARA LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE POSTURAS Y CONDICIÓN AMBIENTAL EN UNA SALA CON COMPUTADORAS

Nayeli Serrano Villa¹
Lidilia Cruz Rivero²
Lisseth Rivera Aguirre¹

Tecnológico nacional de México /
Instituto tecnológico superior de Xalapa¹

Tecnológico nacional de México /
Instituto tecnológico superior de Tantoyuca²

RESUMEN

La mayoría de las empresas consideran que el cliente es el elemento más importante, sin embargo, el trabajador debería ser la clave primordial para otorgar un buen servicio, puesto que, si los empleados tienen las condiciones adecuadas, ellos cuidarán de los clientes. El presente trabajo se basa en una revisión literaria que avala el desarrollo de un modelo para la evaluación ergonómica de posturas y condición ambiental en una sala con computadoras, el cual valora tareas estáticas y dinámicas a través del método ERIN, y cuenta con una hoja de campo en la que se especifica el método de la observación de 5 a 10 minutos máximo, además de que permite evaluar los niveles de intensidad de iluminación adecuados en diferentes horarios de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008. La investigación se basa en la revisión literaria de 104 artículos y 15 páginas oficiales para obtener datos estadísticos, que hacen referencia a las implementaciones de estudios y recopilación de datos en diversas áreas y principales enfermedades ocupacionales, con los cuales se fortaleció la directriz para la realización del modelo con intervención ergonómica. Se tomó como estudio las oficinas de la Dirección Académica de una Institución de Educación Superior y se aplicó una muestra a 34 usuarios, donde se mostraron los resultados de malas posturas y mediciones de intensidad de luz inadecuadas. Finalmente, con el modelo que se desarrolló a través de un lenguaje de programación, se logró efectuar mediciones reales de acuerdo a la intensidad de luz, así como ejecutar recomendaciones de niveles de acción ergonómica de acuerdo al método ERIN según el nivel de riesgo global; se demostró la importancia de realizar una primera evaluación de los puestos de trabajo para identificar el nivel de riesgo global y llevar a cabo las recomendaciones de acuerdo a la normatividad aplicable.

INTRODUCCIÓN

La salud, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2016), se considera un estado de completo bienestar mental, físico, social y no únicamente la ausencia de afecciones o enfermedades, es decir, el goce del grado máximo que se pueda alcanzar, es considerado como uno de los derechos fundamentales de todos los seres humanos sin distinción de raza, religión, ideología política, sexo o condición económica o social; también puede ser considerada como sinónimo de prevención de riesgos laborales o seguridad en el trabajo o cualquier lugar (Hernández, 2018). Sin embargo, este término (salud) está ineludiblemente vinculado a la enfermedad, conformando la relación salud-enfermedad, es decir, porque es inadecuado hablar de salud y enfermedad en forma absoluta, ya que ambas son nociones que aparecen de sano o enfermo en un individuo o grupo con fines prácticos, principalmente en el aspecto laboral (Moreno, 2008). La satisfacción laboral en las organizaciones es un tema muy importante, principalmente para el área de recursos humanos, ya que el nivel de satisfacción de los trabajadores tiene profundas repercusiones en una empresa y en costo de las incapacidades y apoyos que deben de otorgar a los empleados (Ibarra, 2017; Flores, 2018). En estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha considerado que a nivel mundial 12,2 millones de personas mueren a causa de enfermedades ocupacionales, como los riesgos ergonómicos, siendo de esta manera la dorsalgia (16%) el de mayor prevalencia (OMS, 2011). Asimismo, la Organización Internacional del trabajo (OIT) señala que las enfermedades profesionales respectivamente actuales son los Trastornos Musculo-Esqueléticos (TME), que se han desarrollado en los últimos años ocasionando con ello enormes consecuencias para los trabajadores, sus familias y las empresas. Con respecto a los TME, se consideran como malestares que se caracterizan por una condición anormal de huesos, tendones, nervios,

músculos, ligamentos, articulaciones, discos espinales. etcétera (Mani, 2018), que pueden traer como efecto alteraciones de la función sensitiva o motora (Robertson et al., 2013; Márquez, 2015). Asimismo, se determina que los TME se presentan cuando se excede el periodo de recuperación en los tejidos según Márquez (2015). En particular, la salud ambiental es un tema relevante que se relaciona con los factores químicos, físicos y biológicos que pueden ser externos de una persona; igualmente engloba los factores ambientales que pueden incidir en la salud (OMS, 2016). Por otro lado, el término de ergonomía, se considera también un concepto relacionado con la oficina o salas con computadoras, ya sea que se perciba o no, y afecta directa o indirectamente a cada uno de las personas, es decir, es el estudio del trabajo que hacemos, el entorno en el que trabajamos y las herramientas que utilizamos para realizar con éxito las actividades (Kroemer & Kroemer, 2016).

TEORÍA

DATOS ESTADÍSTICOS DE CONDICIONES LABORALES

El problema de una mala condición en el trabajo y posturas no adecuadas ha permitido que instituciones como la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (COCONASST), órganos tripartitos que tienen su fundamento en los artículos 512-A, 512-B y 512-C de la Ley Federal del Trabajo y en los artículos 87 al 95 del Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, coadyuven en la definición de la política nacional o estatal en materia de seguridad y salud en el trabajo, propongan reformas y adiciones al reglamento y a las normas oficiales mexicanas en la materia, además de

estudiar y proponer medidas preventivas para abatir los riesgos en los centros de trabajo. De acuerdo a la Secretaría del Trabajo y Prevención Social (STPS, 2016), en conjunto con el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2017), los accidentes ocupacionales suelen ser un factor de pérdidas en las empresas si no cuentan con una mejoría en sus instalaciones, no imparten capacitaciones a sus empleados, no cuentan con el equipamiento correcto para el bienestar del trabajador, etcétera. Las empresas deben crear conciencia en sus empleados para que los accidentes no vayan en aumento; al igual, los trabajadores deben estar conscientes en los riesgos que enfrentan al realizar su trabajo y se responsabilicen a las indicaciones en cuestiones de equipamiento, sugerencias y advertencias de peligro con las que cuente su área de ocupación. Según el IMSS, más de cinco horas diarias frente a una pantalla son suficientes para padecer visión borrosa, ojo seco, así como dolor de ojos y cabeza.

Las enfermedades de trabajo más significativas son los trastornos de oído y los del sistema respiratorio, lo que nos habla de la escasa protección a los trabajadores o usuarios; en este sentido, les siguen las afectaciones visuales debidas a diversas exposiciones de iluminación, lo que demuestra que los niveles inadecuados afectan la salud, deteriorando el ritmo de la eficiencia y productividad en las actividades (IMSS, 2013; Nath et al., 2017). En diversos estudios realizados en investigaciones, se reconoce que los temas relacionados a ergonomía no se consideran de gran importancia; por lo tanto, deben ser incluidos como un criterio para evaluar y mejorar el desempeño organizacional, considerando factores como la salud y seguridad de los trabajadores y aumentar o mantener niveles de productividad y calidad (Duarte-Dos Santos et al., 2015). En el Informe de Memorias Estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social, durante el año 2016 hubo mil 408

defunciones por riesgo de trabajo, 0.8 por cada 10 mil habitantes; se detalla que, del total de muertes, 986 fueron provocadas por accidentes de trabajo, 399 por accidentes rumbo al centro laboral y 23 por enfermedades por el trabajo, 0.5 por cada 10 mil habitantes (Vicenteño, 2017). Asimismo, las memorias estadísticas IMSS del 2015 al 2017 reportan que los accidentes de trabajo, según el tipo de lesión y sexo, incrementaron respecto al año anterior, pues tipos de lesión como luxaciones, esguinces y desgarres presentaron casos de 60,917 hombres y 41,225 mujeres; lesiones de muñeca y mano también obtuvieron un incremento con 82,411 hombres y 32,889 mujeres, cabeza y cuello con 31,473 hombres y 16,304 mujeres (IMSS, 2017). Por otro lado, y con relación a la condición ambiental de la iluminación, el potencial de energía solar indica que más de la mitad del territorio mexicano presenta una densidad promedio de radiación solar de 5 kWh por metro cuadrado al día (CEPAL, 2004), esto quiere decir que en México podrían existir más de 20 000 MW de capacidad instalada de energía geotérmica, sin embargo, no se ha hecho inversión para su desarrollo (Instituto de Investigaciones Eléctricas, reporte de la gerencia de geotermia, 2007). Para cumplir con las metas establecidas de reducción de emisiones de gas de efecto invernadero, el gobierno federal tendría que desarrollar los mecanismos, normas y políticas públicas necesarias para el desarrollo de las energías renovables, empero, de manera particular y organizacional, se deben implementar estrategias como modelos con intervención ergonómica que evalúen y realicen recomendaciones en puestos de trabajo.

EFFECTOS COMO CONSECUENCIA DEL USO DE COMPUTADOR

De acuerdo con Talero-Gutiérrez et al., (2009) el uso de las computadoras como soporte pedagógico orientado a estimular el interés y el desarrollo de nuevas formas de pensar y de solucionar problemas puede ser un instrumento útil en la enseñanza del código lector, pero según estudios verificados en edad temprana, como lo hizo Kutis et al., (2017), las políticas acerca del uso de computadores deben ser revaluadas, pues los niños están expuestos a malas posturas que en un futuro les pueden ocasionar enfermedades musculoesqueléticas. Como se puede observar, las indagaciones respecto a estos temas son relativamente bajas; si los estudios se proyectaran a modelos que establezcan recomendaciones, se podrían evitar lesiones futuras.

La Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) han sufrido un avance considerable en los últimos años, lo cual ha impactado la educación y áreas laborales en las que se utilizan las computadoras porque representan uno de los recursos más completos en la acción formativa, actuando como instrumentos facilitadores en los procesos de aprendizaje, como herramientas para el proceso de la información y como contenidos implícitos de aprendizaje (Riveros & Mendoza, 2005). No obstante, se deben considerar las condiciones adecuadas para evitar enfermedades ocupacionales y trastornos musculoesqueléticas (Nath, 2017).

EL MÉTODO ERIN COMO INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA

La Evaluación del Riesgo Individual (ERIN) fue desarrollada para que personal no experto con un mínimo de entrenamiento realice la evaluación masiva de puestos de trabajo y mida el impacto de resultado una disminución. Cabe

mencionar que con ERIN se evalúa la interacción con su frecuencia de movimiento y la postura de las cuatro regiones corporales: tronco, brazo, muñeca y cuello. Por consiguiente, también evalúa el ritmo de trabajo, que está dado por la interacción entre la velocidad de trabajo y la duración efectiva de la tarea, el esfuerzo, resultado de la interacción del esfuerzo percibido por el evaluador y su frecuencia y la autovaloración, en la cual se le pregunta al sujeto su percepción sobre la tarea que realiza (Rodríguez, 2010).

Al implementar el método ERIN, se obtendrá como resultado conocer el nivel de riesgo de padecer Desórdenes Musculo-Esqueléticos (DME), dato que se obtiene a partir del nivel de riesgo total obtenido por la suma de las siete variables incluidas, mismas que se muestran a continuación y se exponen los niveles de riesgo y acción ergonómica de acuerdo con el riesgo global:

- Interacción de la postura y la frecuencia de movimiento del tronco.
- Interacción de la postura y la frecuencia de movimiento del hombro/brazo.
- Interacción de la postura y la frecuencia de movimiento de la mano/muñeca.
- Interacción de la postura y la frecuencia de movimiento del cuello.
- Ritmo de trabajo (interacción de la velocidad del trabajo y la duración efectiva de la tarea).
- Intensidad del esfuerzo (interacción del esfuerzo y su frecuencia).
- Autovaloración (estrés percibido por el trabajador o usuario sobre el trabajo) (Rodríguez-Ruiz & Guevara-Velasco, 2011).

posición y un inadecuado ambiente físico como la iluminación. También existe ignorancia sobre la normatividad de los parámetros de iluminación y sobre los métodos ergonómicos que se encargan de evaluar posturas adecuadas en salas con computadoras. En las figuras 1 y 2 se muestran las principales consecuencias por una mala posición y principales efectos de la iluminación inadecuada, respectivamente.

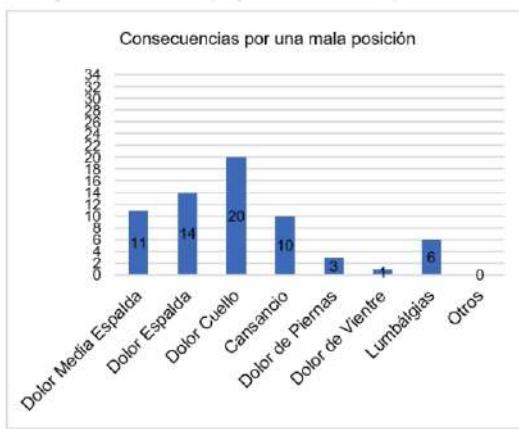


Figura 1. Consecuencias de una mala posición.

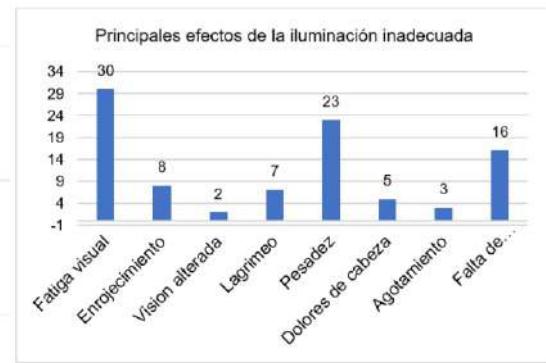


Figura 2. Principales efectos de la iluminación inadecuada.

En la figura 1 se presentan los resultados que indican mayor frecuencia en el dolor de cuello, seguido de dolor de espalda y dolor de media espalda debido a posiciones inadecuadas; en la figura 2 se muestran la fatiga visual, pesadez y falta de concentración como los principales efectos que se presentan por la iluminación adecuada de manera particular en cada puesto de trabajo. Se cuestionó y analizó la calidad de iluminación de las diversas áreas, lo que se determinó que es mala, seguido de pésima, derivado de que en ocasiones no se les da el mantenimiento adecuado a las lámparas o las que se funden no las relevan de manera inmediata. Se tomaron medidas de intensidad

PARTE EXPERIMENTAL

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto plantea un diseño de investigación que se clasifica como transeccional o transversal descriptivo, ya que los datos recopilados se obtuvieron en un tiempo específico establecido, que va desde las mediciones y pruebas que se llevaron a cabo a partir de febrero 2018 a junio 2019. Asimismo, fue diseñado para medir la prevalencia de una exposición y/o resultado en una población definida de 34 usuarios para las encuestas y, en un punto específico de tiempo, para evaluar las necesidades del cuidado de la salud y para el planeamiento de la provisión de un modelo que pudiera requerir el impacto de medidas preventivas dirigidas a prevenir riesgos laborales en oficinas del área académica de una Institución de Educación Superior.

MUESTREO Y ANÁLISIS

Las mediciones y pruebas que se llevaron a cabo fueron en las fechas establecidas de 16 meses en el área académica, misma que se dividió para tomar las mediciones de la intensidad de luz en el área de entrada, jefaturas de carrera, de secretarías y subdirección de estudios superiores. Por otro lado, la muestra de las encuestas para realizar el diagnóstico de las condiciones en las que se encontraban los trabajadores en general, principalmente al realizar sus funciones en una postura sentado(a) y trabajar con una gama de equipos de oficina como computadoras (monitor, teclado y ratón), teléfonos y documentos, se tuvo de manera intencional a 34 usuarios, de los cuales 21 son trabajadores oficiales y 13 son personal que realiza servicio social y residencias cubriendo jornadas de 4 a 8 horas en dos turnos, matutino y

y vespertino. La participación fue de forma voluntaria y, derivado de que la muestra era pequeña, se encuestaron la totalidad. Para recopilar los datos necesarios para el desarrollo de este proyecto, se hizo uso de tres instrumentos de medición: una entrevista a la directora académica, dos encuestas enfocadas a conocer las condiciones posturales y ambientales en una sala con computadoras, con la finalidad de validar el desarrollo de un “Modelo para la evaluación ergonómica de posturas y condición ambiental en una sala con computadoras”, basado en la normatividad aplicable. Asimismo, se llevó a cabo una lista de verificación de acuerdo al método ERIN para evaluar tareas estáticas y dinámicas, en las que se incluyen principalmente los segmentos corporales de tronco, brazo, muñeca y cuello, esto a través del Método ERIN y con una hoja de campo en la que se ejecutó el método de la observación de 5 a 10 minutos máximo sobre las posturas del tronco, brazo, muñeca y cuello. Para realizar las mediciones en los tres turnos y los tres climas diferentes (cálido, templado y frío) se hicieron pruebas con un luxómetro Light Meter, Model LX-1108 con las características que marca la NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

DESARROLLO

Derivado de la entrevista y las encuestas llevadas a cabo, se corroboró la información sobre el desconocimiento de las condiciones adecuadas que debe tener una sala con computadoras u oficinas; existe un vacío en el conocimiento del término de la intervención ergonómica, así como inexperiencia de los usuarios y/o empleados sobre el uso de la computadora, lo que ha ocasionado que presenten por lo menos una lesión por una mala

de iluminación y se detectó que, de los tres climas evaluados (cálido, templado y frío), el clima frío es en donde la iluminación presenta menores niveles de luxes recomendados de acuerdo a la normatividad (ver figura 3).

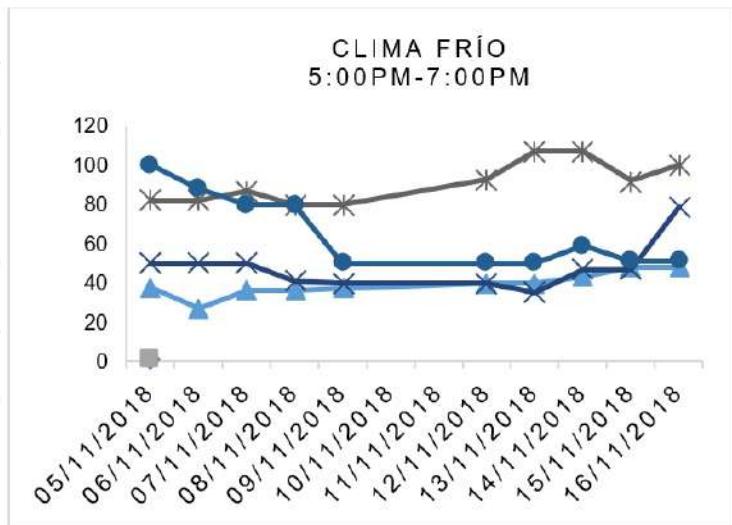


Figura . Mediciones en clima frío, tarde-noche.

La inestabilidad del promedio en cuanto a la intensidad de las iluminación se registró, de una manera drástica, de 90 luxes en el primer turno, 92 luxes en medio día y 85 luxes en el turno tarde-noche, como se muestra en la figura 3, lo que reveló que precisamente una de las principales causas de las enfermedades visuales presentadas en el área académica es el incumplimiento a la condiciones que determina la NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo, y que el clima y el horario son factores determinantes.

RESULTADOS

REQUERIMIENTOS DEL MODELO PARA LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE POSTURAS Y CONDICIÓN AMBIENTAL EN UNA SALA CON COMPUTADORAS BASADO EN LA NORMATIVIDAD APLICABLE.

El objetivo del desarrollo del modelo fue diseñar e implementar un sistema que registre las mediciones correspondientes con respecto al método ERIN y niveles de iluminación, para lo cual se precisa cumplir con los siguientes puntos a desarrollar:

- Diseñar e implementar un módulo donde se registren las evaluaciones de los empleados.
- Diseñar e implementar un módulo donde se registren las empresas a evaluar.
- Diseñar e implementar un módulo donde se registren las empresas.
- Diseñar e implementar un módulo donde se registren las áreas de la empresa.
- Diseñar e implementar un módulo donde se registren los puestos.
- Diseñar e implementar un módulo donde se registren los edificios.

Asimismo, se consideraron las siguientes funciones:

- Registrar los datos de la empresa (sus edificios, áreas, oficinas, puestos, personal).
- Registrar al personal o la oficina para su respectiva evaluación.
- Guardar los resultados de la evaluación de cada evaluado.

- Generar gráficos con respecto al resultado total de cada evaluación.
- Mostrar recomendaciones con respecto al resultado de la evaluación.

Para desarrollarlo, se trabajó en conjunto con un ingeniero en sistemas computacionales para desarrollarlo en JAVA, MySQL y PHP.

Para el perfeccionamiento del modelo, se requirieron definir cada uno de los módulos, es decir, si es funcional o no funcional y la descripción de los elementos para proceder al diseño y mejora de un modelo que, además de agregar datos, corregir y mostrar, pueda proporcionar recomendaciones con base en la información revisada de la Normatividad Aplicada Mexicana y los datos sobre enfermedades visuales en el caso de una iluminación inadecuada, y en caso de una lesión musculo-esquelética por una mala postura. De esta forma, se muestra a continuación la estructura del modo relacional de la información para evaluar posturas y condición ambiental (intensidad de iluminación) del modelo desarrollado.

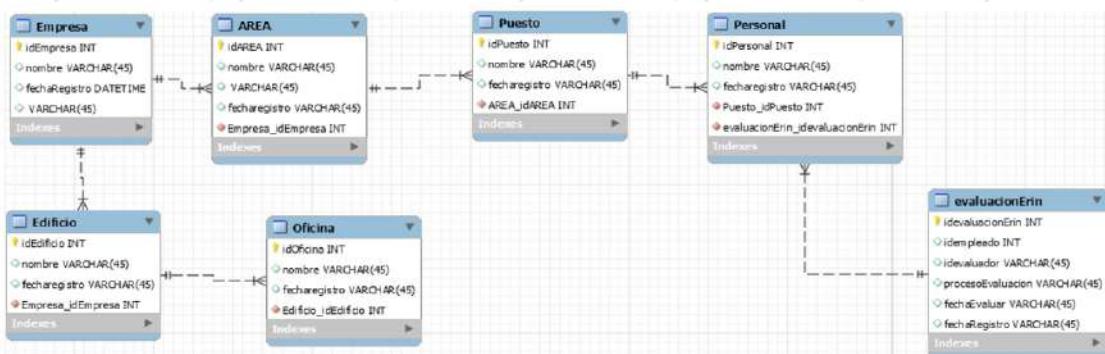


Figura 4 Estructura del modo relacional de la información para evaluar posturas y condición ambiental. Fuente: elaboración propia con base en los datos obtenidos de un ingeniero en sistemas computacionales.

MODELO IMPLEMENTADO

El modelo consta de elementos como inicio, empresa, ERIN, iluminación, Normatividad Mexicana Aplicable, acerca del modelo... y aviso de privacidad en el módulo inicial, así como gráficas, historial, reporte de PDF, calendario de fechas, entre otras funciones. En la figura 5 se observa la parte principal del modelo; en el menú lateral izquierdo se presiona el botón de 'empresa', una vez hecho eso se verá el apartado de 'empresa' y, una vez dentro de su interfaz, se debe presionar el botón de 'nueva empresa', 'nueva área', 'nuevo puesto' o 'nuevo empleado' para crear, así como en la parte de abajo se puede editar si ocurre algún error al realizar el registro. Después de haber presionado el botón de 'nueva empresa', nos mostrará la interfaz de empresa y se procederá a registrar lo correspondiente si se trata de evaluación de posturas (ERIN) o iluminación; en el caso de que se analice la condición ambiental (iluminación) se registrará 'nuevo edificio' o 'nuevo lugar', y también se podrá editar en caso de error. Por otro lado, para el registro de 'nuevo empleado' en el caso de la evaluación de posturas, antes de ingresar el nombre del empleado se debe seleccionar el nombre de la empresa a la que pertenecerá y el nombre del puesto, posteriormente se debe ingresar el nombre que queremos registrar y presionar el botón de 'registrar'; se ingresa el nombre del empleado sin acento y con mayúsculas para el correcto registro. Después de haber presionado el botón 'registrar', esperamos a que aparezca el mensaje de 'registro completo'. Cuando se realizan ambas evaluaciones, se muestra el nivel de riesgo y las recomendaciones específicas y generales de acuerdo a la normatividad aplicable.



Figura 5. Pantalla principal del modelo para la evaluación ergonómica de posturas y condición ambiental.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL MODELO

El modelo para la evaluación ergonómica de posturas y condición ambiental en una sala con computadoras, como instrumento interno de evaluación en una sala con computadoras u oficinas, fue económico viable mediante la comparación de los beneficios y costos estimados, considerando que sí es recomendable su implementación y posterior operación. Para ello, se investigaron previamente los costos de todos los factores que intervienen en el análisis, mismo que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Costos a considerar en el análisis costo-beneficio

Concepto	Costo
Multa de la Secretaría de Trabajo, Previsión Social y Productividad.	\$12,000 a \$5,000,000
Costo de incapacidades por año por trabajador considerando 15 días al año y el costo de \$350 pesos por día.	\$5,250
Costo de tratamiento por enfermedades ocasionadas por posturas inadecuadas.	\$18,490
Costo de tratamiento por enfermedades ocasionadas por una iluminación inadecuada.	\$19,800
Costo de operación quirúrgica por alguna enfermedad, problema visual o defectos refractivos (miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia o vista cansada)	Promedio de \$10,000
Costo por prestación de compra de lentes (valor promedio del 2016, 2017, 2018 y hasta marzo 2019 de 126 lentes solicitados; el apoyo para lentes es de \$2,500)	\$315,000 y \$26,500 anual promedio
Costo del modelo.	\$4,300
Costo de instrumento de medición de niveles de intensidad de luz.	\$4,500
Costo de equipo antropométrico para realizar mediciones posturales.	\$3,390
Costo de valoración por revisión de manera particular por parte de un auditor externo.	\$25,500

Nota. Información proporcionada por personal de la Secretaría de Trabajo, Previsión Social y Productividad, las coordinaciones de unidades familiares de la clínica 66 y clínica 10, de la Subdirección Administrativa del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. Cotizaciones por parte de 10 doctores(as) generales y 2 oftalmólogos, así como de un auditor líder externo (Ing. Manuel Garcés Roiz).

Los datos sobre los costos de los tratamientos para contrarrestar las enfermedades musculo-esqueléticas se consultaron con diversos médicos generales y fisioterapeutas (para atender las enfermedades musculo-esqueléticas); por otro lado, para el caso de las enfermedades visuales, se consultó la información con oftalmólogos para determinar los principales problemas y las posibles soluciones.

CONCLUSIONES

El objetivo de este proyecto se cumplió construyendo el modelo en un lenguaje de programación JAVA, MySQL y PHP, que sirve para evaluar tareas estáticas y dinámicas en las que se incluyen principalmente los segmentos corporales de tronco, brazo, muñeca y cuello, esto a través del método ERIN; además, cuenta con una hoja de campo donde se debe ejecutar el método de la observación de 5 a 10 minutos máximo sobre las posturas del tronco, brazo, muñeca, cuello y su frecuencia de movimiento, el ritmo, transmitido por la velocidad de trabajo y la duración efectiva de la tarea, la intensidad del esfuerzo, resultado del esfuerzo observado por el evaluador y su frecuencia, y la autovaloración de la percepción del estrés referido por el sujeto sobre la tarea que realiza; también recomienda niveles de acción ergonómica según el nivel de riesgo global. Por otro lado, el modelo permite evaluar los niveles adecuados en diferentes horarios de la condición ambiental de la iluminación, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo, así como proporcionar las recomendaciones en cada caso.



El modelo desarrollado es la punta de lanza de futuros proyectos de investigación, ya que su base ergonómica es aplicable a cualquier puesto de trabajo en donde se realicen actividades en posición sedente y se haga uso de la iluminación, aplicable no solamente en oficinas o salas con computadoras, sino a muchos sectores. Sin lugar a duda, lo más valioso para la elaboración del modelo fue la apertura y apoyo de la institución educativa en donde se realizó el estudio, puesto que, éste reveló las posibles enfermedades ocasionadas a sus trabajadores derivadas de su actividad laboral, los cambios de intensidad de luz, los gastos económicos que se han generado por una mala iluminación, gastos por incapacidades, etcétera. Es importante que todas las instituciones que integran el sector de servicios educativo, industrial, entre otros, adopten las medidas preventivas que permitan preservar el recurso más valioso que tienen, sus trabajadores, y que las instancias gubernamentales y educativas impulsen proyectos de esta índole para fortalecer la fuerza laboral en nuestro país, y así alcanzar mejores niveles en la calidad de vida.

BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL, N. (2004). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: situación y propuestas de políticas.
- Flores, J. G. (2018). Marco jurídico aplicable a la ergonomía laboral en México. DÍKE. Revista de Investigación en Derecho, Criminología y Consultoría Jurídica, (21), 193-216.
- Hernández, F. G. (Ed.). (2018). Tratado de medicina del trabajo. Elsevier Health Sciences.
- Ibarra, A. M. G. (2017). La satisfacción laboral en un centro educativo superior. Espirales revista multidisciplinaria de investigación, 1(10).
- IMSS, (2013). Instituto Mexicano del Seguro Social. México: Informes Estadísticos. Recuperado de http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/informes/20132014/07_Cap03.pdf.
- IMSS, (2017). Instituto Mexicano del Seguro Social. México: Informes Estadísticos. Recuperado de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/informes-estadisticas>. Instituto de Investigaciones Eléctricas, Reporte de la Gerencia de Geotermia, 2007Cf,
- O. D. D. S. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development.
- Kroemer, A. D., & Kroemer, K. H. (2016). Office Ergonomics: Ease and Efficiency at Work. CRC Press.
- Kutis, P., Kolarova, M., & Hudakova, Z. (2017). Evaluación de la postura con los estudiantes del primer grado de la escuela primaria. International Journal of Developmental and Educational Psychology (Revista INFAD de Psicología), 3(1), 457-464.
- Mani, K. (2018). Ergonomics Education for Office Computer Workers: An Evidence-Based Strategy.
- Márquez Gómez, M. (2015). Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, IV (14), 85-102.

- Moreno, G. A. (2008). La definición de salud de la Organización Mundial de la Salud y la interdisciplinariedad. *Sapiens: revista Universitaria de Investigación*, 9(1), 93-107.
- Nath, N. D., Akhavian, R., & Behzadan, A. H. (2017). Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors. *Applied ergonomics*, 62, 107-117.
- OMS, (2011). Organización Mundial de la Salud (s.f). Recuperado de http://www.who.int/topics/environmental_health/es/
- OMS, (2016). Organización Mundial de la Salud (s.f). Recuperado de http://www.who.int/topics/environmental_health/es/
- Robertson, M. M., Ciriello, V. M., & Garabet, A. M. (2013). Office ergonomics training and a sit-stand workstation: Effects on musculoskeletal and visual symptoms and performance of office workers. *Applied ergonomics*, 44(1), 73-85.
- Rodríguez-Ruiz, Y., & Guevara-Velasco, C. (2011). Empleo de los métodos ERÍN y RULA en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo. *Ingeniería Industrial*, 32(1).
- STPS, (2008). Secretaría del Trabajo y Previsión Social Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. México. Recuperado de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-025.pdf>
- STPS, (2016). Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México: Estadísticas del sector. Recuperado de <https://www.gob.mx/stps/acciones-y-programas/estadisticas-del-sector>.

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA UN PROTOTIPO DE GENERADOR EÓLICO EN AVENIDAS URBANAS TRANSITADAS EN LA CIUDAD DE XALAPA

Daniel Hernández Pitalúa
Karla Ivette Cortés Montano
Hugo Amílcar León Bonilla

Instituto tecnológico superior de xalapa

Reserva territorial s/n, col. Sta. Bárbara, cp 910962



RESUMEN

Se habla del desarrollo de un estudio del viento en la ciudad de Xalapa, Veracruz, utilizando un prototipo de anemómetro casero conectado a un software libre (arduino), que permitió la obtención de datos de velocidad del viento en conjunto con la plataforma Visual Basic, la cual está encargada de la exportación de datos a Excel para saber si es factible la introducción de un sistema de generador eólico en dicha ciudad y porque es conveniente, razón por la que en el apartado se hablará del viento y su comportamiento en dicha ciudad para así tener un breve panorama del tema.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energías de tipo renovable ha incrementado a pasos agigantados; por un lado, se trata de controlar los efectos ambientales por utilizar combustibles fósiles, pero el hombre no se conforma con esto y ha intentado desde largo tiempo utilizarla para el beneficio propio, empleando dispositivos para captar recursos y explotarlos. Por otro lado, se tiene la volatilidad de los precios y la mejora de la calidad de vida, que impulsan un crecimiento en la energía renovable, lo que da lugar a que uno de estos recursos sea el recurso eólico o energía eólica.

En la actualidad, el impulso prosigue con la creciente concientización de los problemas ambientales derivados; y este es uno de los motivos principales del estudio llevado a cabo en la ciudad de Xalapa, Veracruz acerca del comportamiento del viento, para lo cual el área de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa se está

documentando y tomando muestras de avenidas urbanas transitadas que permitan verificar si es factible la introducción de un prototipo de generador eólico que permita la captación de dicho recurso.

TEORÍA

Se considera viento a toda masa de aire en movimiento que surge como consecuencia del desigual calentamiento de la superficie terrestre, convirtiéndose en fuente de energía eólica; dicho en otras palabras, es la energía mecánica que, en forma de energía cinética, transporta el aire en movimiento. Otra definición nos dice que es el aire de la atmósfera en movimiento, y otra más que son corrientes de aire que se producen en la atmósfera por la presión del mismo.

¿CÓMO SE FORMA EL VIENTO?

La superficie terrestre, por efecto de las radiaciones solares, se calienta, y como consecuencia lo hace también el aire en contacto con el suelo, el aire caliente se dilata, se vuelve más ligero y luego se eleva, a veces su sitio puede ser ocupado por otro aire más frío y, por lo tanto, más pesado.

Las causas principales del origen del viento son:

*La radiación solar, que es más importante en el Ecuador que en los polos.

*La rotación de la Tierra, que provoca desviaciones hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur.

*Las perturbaciones atmosféricas.

XALAPA

La ciudad de Xalapa, Veracruz, con sus 124 km² de extensión representan el 0.17% del territorio veracruzano y se encuentra a una altitud de 1420 metros sobre el nivel del mar.

En Xalapa se registran velocidades del viento que son bajas en cuestión al viento promedio que tiene la ciudad, pero en sus avenidas urbanas el recurso eólico es alto, lo que se considera bueno para el recurso eólico.

¿CÓMO SE FORMA EL VIENTO EN XALAPA?

El vector del viento promedio en Xalapa se encuentra a 10 metros sobre el suelo, lo cual depende en gran medida de la topografía local y otros factores que tienen variaciones estacionales poco significativas en el transcurso del año.

La velocidad promedio del viento por hora en Xalapa tiene variaciones estacionales muy pequeñas en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4 meses, aproximadamente del 12 de enero al 23 de mayo, con una velocidad promedio de 10.8 Km/h. El día más ventoso del año es el 1 de abril, en el que se ha medido una velocidad de 12,5 km/h.

El viento con menor intensidad del año dura 7.6 meses, aproximadamente del 23 de mayo al 12 de enero. El día más colmado de este periodo es el 17 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 9 km/h.

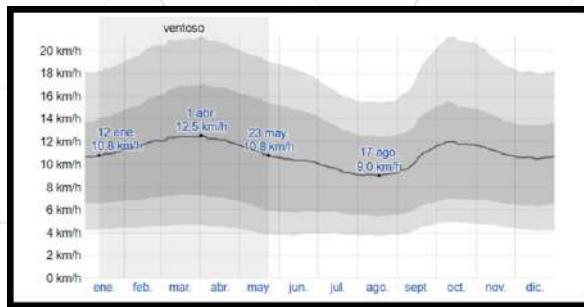


Figura 1. Promedio de la velocidad del viento por hora.

La dirección predominante promedio por hora del viento en Xalapa varía durante el año.

El viento con cierta frecuencia viene durante 3 meses del 8 de febrero al 16 de septiembre, con un porcentaje máximo del 53%.

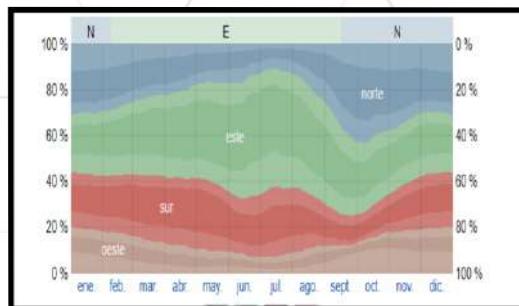


Figura 2. Direcciones del viento a partir del porcentaje de horas.

Recolección de datos del viento de estaciones meteorológicas cercanas.

Se deben tener en cuenta trabajos previos acerca de los vientos en la ciudad, por lo que se busca información o datos ya predeterminados que ayuden a tener un concepto más acertado de como el viento influye en esta zona.

En la zona de Veracruz por partes de EMAs (Estaciones Meteorológicas Automáticas) existen algunas fuentes meteorológicas, las cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.- Estaciones meteorológicas en la zona de Veracruz.

Estado	Localidad	Fecha inicio
Veracruz	Acatlán	20 de diciembre 2007
Veracruz	Alvarado	29 de marzo 2000
Veracruz	Cd. Alemán	28 de marzo del 2006
Veracruz	Citlaltepec	22 de febrero 2006
Veracruz	Córdoba	21 de diciembre 2007
Veracruz	Coscomatepec	21 agosto 2013
Veracruz	La Cangrejera	03 de abril 2000
Veracruz	Loma Grande	09 de octubre 2013
Veracruz	Los Tuxtlas I	05 de Noviembre 2012
Veracruz	Los Tuxtlas II	06 de Noviembre 2012
Veracruz	Perote	13 de julio 2012
Veracruz	Presa Tuxpango	05 de Noviembre 2012

Tabla 2. Dirección y velocidad del viento. Conagua octubre 2018.

Día	Viento			
	Domina		Máximo	
	Dir.	Vel.	Dirección	Vel.
1	E	0.3	ESE ENEENE	1.4
2	SSW	0.7	ENE	2.1
3	SW	0.7	WSW	1.9
4	SSW	0.2	ENE	2.2
5	SSW	1.4	E	2.1
6	ENE	0.7	E	1.4
7	ENE	0.6	ENEENE	1.7
8	E	0.4	E	1.4
9	E	0.8	ENE	1.4
10	SSW	0.7	NNE	5.8
11	S	1.0	N	2.3
12	ENE	0.3	E	2.1
13	ENE	0.9	ENE	1.9
14	ENE	0.8	ENE	1.6
15	S	0.7	E	1.8
16	ENE	0.6	ENE	1.7
17	N	0.8	WNW	2.4
18	ENE	0.5	E	1.6
19	ENE	0.4	ENE	1.6
20	WSW	0.2	ENE NNE EE	1.4
21	ENE	0.5	NE	2.5
22	ENE	0.4	NENE	1.3
23	ENE	0.3	ENE	1.6
24	SSW	0.2	E	1.6
25	ENE	0.4	ENE	1.6
26	ENE	0.3	NEENE	2.0
27	ENE	0.6	NNW	1.7
28	ENE	0.3	ENE	2.2
29	ENE	0.4	ENE	1.3
30	E	0.7	ESE	1.8
31	S	0.3	E	1.9

En la rosa de los vientos se logra ver como la presencia del viento se acerca al noreste con bastante promedio. En este caso, el 21% aún se encuentra en una velocidad baja, es decir, en un parámetro de 0.5 a 2.10 m/s

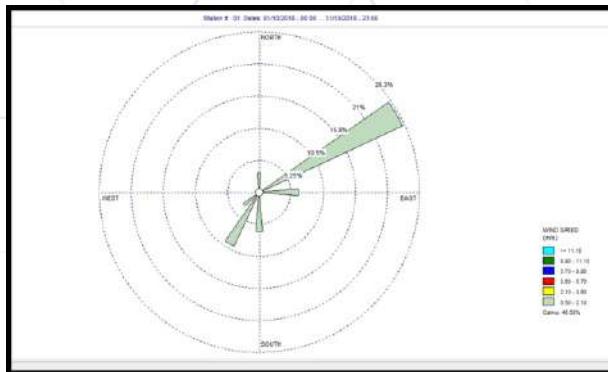


Figura 3. Rosa de los vientos correspondientes al mes de octubre.

PARTE EXPERIMENTAL

1. MATERIAL

En la toma de datos se requirió la construcción de un anemómetro casero conectado a un circuito con una LCD y un arduino que mandaba los datos necesarios al ordenador, que utiliza una interfaz muy básica de Visual Basic, el cual se encarga de exportar los datos en una hoja de excel con la fecha y hora de los datos del viento.

2. ENTORNO

Las avenidas son Lázaro Cárdenas, carretera Xalapa-Coatepec y Murillo Vidal, conectando con Circuito Presidentes. Cabe mencionar que estas fueron las zonas idóneas para el estudio por la cantidad de vehículos en movimiento con los que cuentan dichas avenidas.

3. POBLACIÓN

La zona de prueba es la ciudad de Xalapa, Veracruz, tomando en cuenta cuatro avenidas principales para la muestra. ¿Cómo se averiguó? Estos 4 puntos se seleccionaron que son las avenidas más transitadas en la ciudad.

4. ENTORNO

Dentro de la toma de datos, se tomaron muestras del viento con la intervención de automóviles en movimiento para verificar si el viento era constante en la ciudad, sin embargo, después de la primera toma, se procedió a recoger los datos del viento que producían los autos en movimiento.

Parámetro inicial de Hellman

El estimado de este parámetro en la ciudad se saca a partir de la velocidad promedio que por año genera esta ciudad, lo cual nos da un resultado de 6.75 km/h.

$$V_h = V_{10} \left(\frac{h}{10} \right)^\alpha$$

Ecuación No. 1 Ley de Hellman

Dónde:

$V_{10}=6.75\text{km}/\text{h}$ es la velocidad del viento a 10m sobre el suelo, de acuerdo a la velocidad promedio anual de Xalapa, Veracruz.

$h=.450\text{km}$ es la altura a la cual se ubicaría el aerogenerador.

$\alpha = .4$ es el exponente de Hellmann correspondiente para zonas urbanas.

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$V_h = 6.75\text{km}/\text{h}(0.45\text{km}/10)^{0.4}$$

$$V_h = 6.75\text{km}/\text{h}(0.2892\text{km}/\text{h})$$

$$V_h = 1.95 \text{ km}/\text{h}$$

Esto nos da un estimado de 1.95 km/h (0.54m/s) de la velocidad del viento promedio en la ciudad de Xalapa.

RESULTADOS

La carretera Xalapa-Coatepec arrojó velocidades con un promedio total de 5.20 km/h, donde tenemos ráfagas significativas en ambos carriles con un flujo constante de vehículos en movimiento, mientras que la avenida Lázaro Cárdenas nos da un total de 5.77 km/h. Cabe destacar que el día de la prueba fue un día con tránsito variado y nos encontramos con los meses en los que el

recurso eólico de Xalapa no es de lo más alto; no obstante, al estar en contacto con vehículos de mayor tamaño crean mayores ráfagas de viento.

Ubicación	Fecha	Promedio Velocidad Km/h	Hora
Carretera Xalapa Coatepec	5/11/2018	14.18	12:00 a.m.
Carretera Xalapa Coatepec	5/11/2018	2.16	04:00 p.m.
Carretera Xalapa Coatepec	5/11/2018	8.63	08:00 p.m.
Murillo Vidal	05/11/2018	0.85	12:00 a.m.
Murillo Vidal	05/11/2018	0.31	08:00 p.m.
Av. Lázaro Cárdenas	05/11/2018	1.85	12:00 a.m.
Av. Lázaro Cárdenas	05/11/2018	0.92	08:00 p.m.
Carretera Xalapa Coatepec	06/11/2018	1.59	12:00 a.m.
Carretera Xalapa Coatepec	06/11/2018	0.92	08:00 p.m.
Av. Lázaro Cárdenas	06/11/2018	11.71	12:00 a.m.
Av. Lázaro Cárdenas	06/11/2018	4.62	08:00 p.m.
Carretera Xalapa Coatepec	07/11/2018	4.62	12:00 a.m.
Carretera Xalapa Coatepec	07/11/2018	4.31	08:00 p.m.
Av. Lázaro Cárdenas	07/11/2018	1.54	12:00 a.m.
Av. Lázaro Cárdenas	07/11/2018	5.24	08:00 p.m.

En la obtención de datos, debemos tener parámetros que nos permitan reconocer si el viento es constante, por lo que utilizamos la distribución de Weibull, que nos permite verificar si el viento es parcialmente constante.

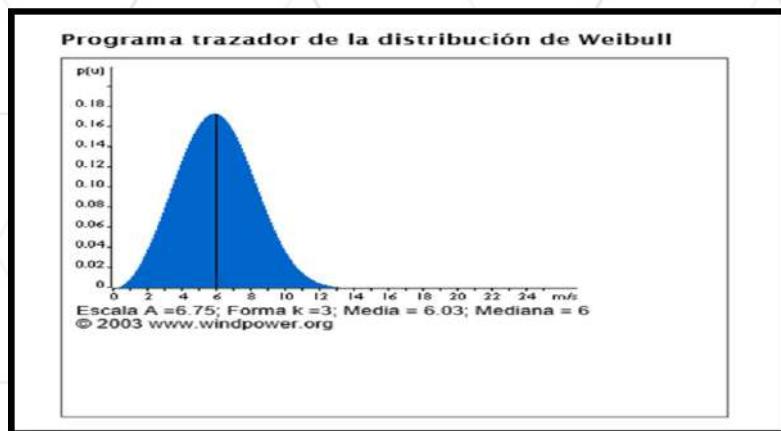


Figura 4. Distribución de Weibull.

En el estudio realizado en las avenidas tuvimos un constante de 14.8 K/h (4.11 m/s); en lo que respecta a la carretera Xalapa Coatepec, en un horario de 12 a.m. a 8 p.m. de la noche, fue la avenida más transitada y que contó con vehículos de mayor tamaño, los cuales permitían pequeñas y altas ráfagas de viento.

La dirección del viento constante en la ciudad es este-noreste, pero existían partes donde la dirección del viento cambiaba drásticamente hacia el sur, viento que iba con velocidad de 21.3 hm/h y que generaba una velocidad considerable pero que no era estable.

Puntos a verificar si se desea emplear un modelo de generador eólico.

Se debe verificar si es factible la introducción de un generador eólico, para

lo que se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Las ráfagas de viento muy elevadas en la ciudad provocan paradas de seguridad, y eso provocará menor rendimiento.
- Dentro del funcionamiento, debemos tener clara la relación de potencia/velocidad del viento, factor determinante para clasificar los aerogeneradores.
- En el diseño, una carcasa de aluminio es permitida porque permite que el peso sea menor del de dicho prototipo.
- El viento habitual con el que debe contar una zona urbana es de 3 a 13 m/s. En ambiente urbano, el viento tiene obstáculos, lo que genera turbulencias en el generador.
- El efecto de algunas edificaciones crea una burbuja de turbulencia que no nos permite situar generadores.
- Un generador estándar suele generar potencia nominal de 1000 a partir de una velocidad de 11 m/s

CONCLUSIONES

Después de conocer algunos puntos importantes tales como el viento y la ciudad donde se efectuó dicho estudio, cabe mencionar que, en lo que respecta al tema, sí es factible la introducción de un sistema de generador eólico en dicha ciudad, aun cuando el estudio se realizó en meses (agosto a octubre) en los que el viento es significativamente más bajo que otros,

por otras fuentes como EMAs, Conagua y Weatherspark. Se dice que en los meses de enero a mayo el viento seco de la ciudad, más el viento provocado por automóviles en movimiento, sí dan paso a la introducción de un generador de estilo Savonius (figura 5), que es de tamaño pequeño y puede captar el aire generado en una avenidas transitada como la carretera Xalapa-Coatepec.



Figura 5. Generador Enlil.

BIBLIOGRAFÍA

- Escudero, j. m., & López, j. m. e. (2008). manual de energía eólica/guide to wind energy. mundi-prensa libros.
- Berdugo, o., & Pérez, j. (2011). diseño y construcción de un prototipo turbina eólica de eje vertical para generación a baja potencia. universidad industrial de santander.
- Meza arrecis, i. v. (2017). diseño de un sistema de generación eólico para autonomía energética de un sitio de celda para telefonía celular en aldea samororo, jalapa(doctoral dissertation, universidad de san carlos de guatemala)wh
- Luis Vinicio cuevas barrozeta. (abril 2015). diseño y construcción de un generador eólico de eje vertical tipo savonius para producir 20 watts. tesis, 1, 129. 2015, de certificación base de datos.
- Andrade, c. (1993). Análisis de la velocidad del viento en el mar caribe. boletín científico cioh, 13, 33-44.
- Cedar lake ventures, inc., c. (octubre 2013-2018). el clima promedio en Xalapa México. [los detallados informes meteorológicos proporcionan información completa del clima típico de cualquier lugar específico. es un excelente recurso para planificar viajes y eventos.]. recuperado de <https://es.weatherspark.com/about>
- Daniel Canalejo Sánchez, d. (2011). Generador eólico para uso doméstico. Escuela universitaria técnica de Catalunya: tecno campus-maresme
- Héctor Domínguez González. (22 de noviembre del 2012). Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el cobaev 35 Xalapa. Proyecto que para obtener el grado de maestría en ingeniería energética (172). Facultad de ingeniería mecánica eléctrica maestría en ingeniería energética
- Salvador Cuco Padilla. (2017). manual de energía eólica: desarrollo de proyectos e instalaciones. Universidad politécnica de valencia: universidad politécnica de valencia.
- Osvaldo Rodríguez Hernández. (2010). análisis de la confiabilidad de datos anemométricos empleados en la estimación de energía eólica eléctrica. centro de investigación en energía: universidad nacional autónoma de México

REALIDAD AUMENTADA PARA EL APRENDIZAJE DE FRACCIONES EN SEXTO GRADO DE PRIMARIA

Selene García Nieves
Graciela Hernández Ramírez
José Alfonso Gómez Sánchez

**Instituto tecnológico superior De las
choapas (itsch)**



RESUMEN

Actualmente en México, el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) evalúa el aprendizaje de las matemáticas a nivel primaria agrupando los resultados obtenidos por los estudiantes en cuatro niveles de logro, que van del I al IV en orden progresivo, es decir, el nivel más bajo es el I y el más alto es el IV. De acuerdo a los resultados emitidos en el año 2018, es alarmante verificar que el 79.4% de los niños se encuentran ubicados en los niveles I y II (insuficiente y básico) de aprendizaje. Por lo anterior, el objetivo de este artículo es desarrollar y evaluar una aplicación móvil de realidad aumentada para el aprendizaje de fracciones en la materia de matemáticas de sexto grado de primaria mediante marcadores temporales. Para lograrlo, se siguió una metodología en la que primero se obtuvieron los requerimientos de la aplicación basándose en libros de matemáticas de sexto grado y en entrevistas con docentes y estudiantes de primaria. Posteriormente, se diseñó una arquitectura tecnológica y se desarrolló una aplicación móvil de realidad aumentada en Unity y Vuforia AR, que incluye lecciones apegadas al libro de sexto grado de primaria y actividades de reforzamiento para el aprendizaje de la lección. Finalmente, se realizó un experimento de evaluación con cinco docentes y 135 niños de sexto grado de primaria, quienes utilizaron la aplicación durante un determinado periodo de tiempo. De acuerdo al análisis estadístico capturado en el software SPSS, se obtuvieron resultados favorables en los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso de la aplicación, además de que se incrementó el aprendizaje de los niños con el apoyo de esta herramienta tecnológica.

INTRODUCCIÓN

Las actuales condiciones de la educación en México pueden ser evaluadas desde diferentes perspectivas: el desempeño de los alumnos, el estado de las instalaciones escolares, la cobertura de los servicios y otros indicadores.

El sistema educativo mexicano es de los más grandes del mundo, lo que, de manera natural, implica la existencia de una serie de retos y, por ende, la necesidad de implementar estrategias que permitan nivelar las condiciones de los componentes del sistema.

La Secretaría de Educación Pública (SEP), en coordinación con el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) y las autoridades educativas de las entidades federativas, pusieron en operación el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), cuyos instrumentos se aplicaron, por primera vez, en 2015 a los alumnos de sexto de primaria, tercero de secundaria y del último grado de Educación Media Superior (PLANEA, 2015). El conjunto de aprendizajes esenciales que maneja PLANEA ubica a los alumnos de acuerdo a cuatro niveles, donde el nivel I es el más bajo y el nivel 4 es el más alto.

Las deficiencias en el aprendizaje de matemáticas son alarmantes, pues en la evaluación del año 2015 el 79.4% de los alumnos se ubicaron en niveles bajos de aprendizaje (niveles I y II); la prueba se volvió a realizar en el año 2018 y los resultados no mejoraron, ya que el 77% de los alumnos se ubicaron en los niveles I y II (PLANEA, 2018).

Con base en estos resultados que se presentan en la educación básica primaria en la materia de matemáticas, apoyándose del uso de la tecnología de realidad aumentada, se analizó y llegó a la decisión de implementar una herramienta tecnológica interactiva e interesante para reforzar los conocimientos sobre la materia y así contribuir a reducir los niveles de

reprobación utilizando la tecnología de realidad aumentada.

La realidad aumentada es una tecnología que permite superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad; permite añadir capas de información visual sobre el mundo real que nos rodea, utilizando la tecnología, especialmente con dispositivos, como pueden ser nuestros propios teléfonos móviles.

TEORÍA

reprobación utilizando la tecnología de realidad aumentada.

La realidad aumentada es una tecnología que permite superponer elementos virtuales sobre nuestra visión de la realidad; permite añadir capas de información visual sobre el mundo real que nos rodea, utilizando la tecnología, especialmente con dispositivos, como pueden ser nuestros propios teléfonos móviles.

INEE

El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) tiene como tarea principal evaluar la calidad, el desempeño y los resultados del Sistema Educativo Nacional en la educación preescolar, primaria, secundaria y media superior mediante PLANEA (INEE, 2017).

PLANEA

El objetivo principal de PLANEA es conocer en qué medida los estudiantes logran dominar un conjunto de aprendizajes esenciales al término de los distintos niveles de la educación obligatoria. La Prueba PLANEA Diagnóstica es una herramienta cuya finalidad es complementar las actividades de evaluación que el docente realiza en el aula, con el fin de obtener un diagnóstico del aprendizaje y favorecer el mejoramiento de su práctica pedagógica.

REALIDAD AUMENTADA

Los sistemas de realidad aumentada son herederos de una tecnología más antigua: la realidad virtual. Se podría resumir la realidad virtual como un sistema informático que simula un entorno ficticio, ofreciendo al usuario la sensación de que es real, así como todo lo que ocurre en él. Una vez explicado de forma breve qué es la realidad virtual, se puede dar una definición más concisa y clara sobre qué es la realidad aumentada.

La realidad aumentada toma parte de la simulación de un entorno ficticio de la realidad virtual para añadirlo sobre un escenario real; de esta manera, la escena que nuestros sentidos detectan en un escenario físico real está enriquecida con información que no existe en el escenario físico original y que es proporcionada por un sistema informático.

Se podría definir la realidad aumentada como aquellos sistemas informáticos que mezclan información virtual de cualquier tipo, desde imágenes 2D, texto o figuras 3D, con un escenario físico real (López, 2010).

Otra definición que se aplica a la realidad aumentada es como aquella información adicional que se obtiene de la observación de un entorno, captada a través de la cámara de un dispositivo que previamente tiene instalado un software específico.

Para acceder al uso de esta tecnología es necesario disponer de diferentes elementos:

1. Dispositivo con cámara (PC con webcam, ordenador portátil con webcam, tablet, smartphone o wearable con cámara -relojes, gafas, etcétera-).
2. Un software encargado de hacer las transformaciones necesarias para facilitar la información adicional.
3. Un disparador, conocido también como “trigger” o activador de la información, imagen o entorno físico (paisaje, espacio urbano, medio observado) o marcador, objeto o código QR (Blaquéz, 2017).

La realidad aumentada se basa en una tecnología capaz de complementar la percepción e interacción con el mundo real, brindando al usuario un escenario real aumentado con información adicional generada por ordenador.

SISTEMA OPERATIVO MÓVIL ANDROID

Android es un sistema operativo y una plataforma software basado en Linux, que es un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma. Este sistema operativo permite programar aplicaciones empleando una variación de Java llamada Dalvik (o ART a partir de la versión 5.0 de Android), y proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar fácilmente aplicaciones que acceden a las funciones del teléfono (como GPS, llamadas, agenda, etcétera) utilizando el lenguaje de programación Java.

En la actualidad, este sistema operativo se instala no sólo en móviles, sino también en múltiples dispositivos como tabletas, GPS, televisores, discos duros

visión para Android e iOS, utilizando un flujo de trabajo de creación de arrastrar y soltar.

TRABAJOS RELACIONADOS

El método de Singapur, propuesta para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en primaria: Una investigación que se efectuó con la finalidad de contribuir a la mejora de los aprendizajes de las matemáticas en educación primaria, a partir de la aplicación del método Singapur para la solución de problemas (Juárez, M. y Aguilar, M., 2019).

Realidad aumentada y educación. Análisis de experiencias prácticas: Se utiliza Layer creator como software de realidad aumentada para crear los marcadores y se emplean los smartphone como lectores de los marcadores de este tipo de software (Espinosa, 2015).

Uso de realidad aumentada como complemento a las prácticas tradicionales de enseñanza-aprendizaje: Tiene como objetivo concreto implementar contenidos educativos con realidad aumentada con el fin de obtener medición de resultados, para así poder realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de su aplicación en el ámbito educativo (Gil, 2015).

Elaboración de objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada para la enseñanza de técnicas de construcciones en hormigón para la Facultad de Arquitectura de la PUCE: La idea de esta plataforma es que se incorporen cámaras en el lugar donde se va a diseñar la edificación, y mediante la plataforma colaborativa, los estudiantes y el profesor tienen acceso en tiempo real a la visualización del sitio, así como, mediante marcadores que se instalen en la zona, pueden colocar sus diseños en el taller y visualizarlos en tiempo real (Jaramillo, 2015).

multimedia, mini ordenadores, etcétera; incluso se ha instalado en microondas y lavadoras (Robledo, 2017).

ENTORNO DE DESARROLLO UNITY

Para el desarrollo de la aplicación móvil de realidad aumentada, se utilizó la plataforma de desarrollo Unity, ya que tiene un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos, con características como que es completamente integrado y que ofrece innumerables funcionalidades para facilitar el desarrollo de videojuegos.

Unity se puede definir como un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies, disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows y OS X, que permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, PlayStation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone. Gracias al plug-in web de Unity, también se pueden desarrollar videojuegos de navegador para Windows y Mac (Alemán, 2015).

VUFORIA

Vuforia es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada y realidad mixta multiplataforma, con seguimiento robusto y rendimiento en una variedad de hardware (incluyendo dispositivos móviles y monitores de realidad mixta montados en la cabeza (HMD), como Microsoft HoloLens, por ejemplo).

La integración de Unity en Vuforia permite crear aplicaciones y juegos de

PARTE EXPERIMENTAL

METODOLOGÍA Y MODELO DE DESARROLLO

Para el desarrollo de este proyecto, se empleó la metodología XP y el modelo de desarrollo incremental iterativo. La metodología de desarrollo XP es una metodología ágil, centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores y propiciando un buen clima de trabajo.

OBTENCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS

Inicialmente se obtuvieron los requerimientos necesarios para poder modelar la aplicación, siguiendo la estructura definida y las prácticas recomendadas en el estándar IEEE 830 de especificación de requisitos de software. El primer elemento que se tomó en cuenta para obtener los requerimientos fue el temario elaborado por la SEP para la materia de matemáticas de sexto grado de educación primaria; el segundo elemento fue realizar entrevistas con maestros de este grado educativo; el tercer elemento fueron los niños que llevan la materia de matemáticas en este mismo nivel de estudios.

DISEÑO DE LA ARQUITECTURA

Posteriormente, se analizaron los requerimientos y se diseñó una arquitectura de software utilizando un diagrama de componentes mediante UML (figura 1).

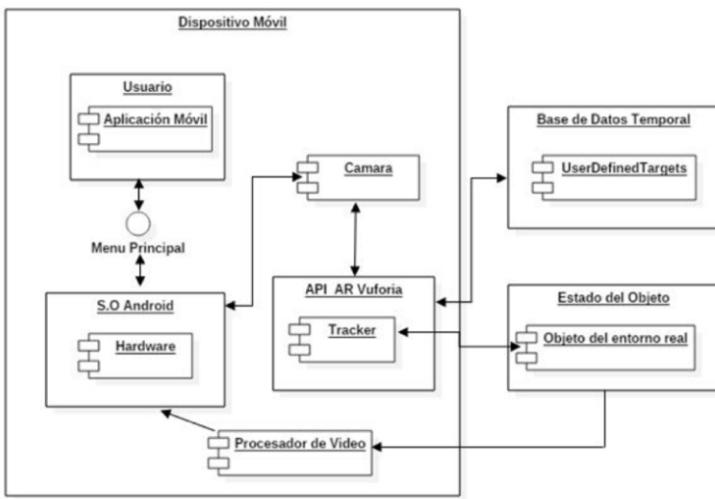


Figura 1. Arquitectura de la aplicación mediante un diagrama de componentes

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Para el desarrollo de la aplicación, se utilizó el motor de videojuego multiplataforma Unity y el SDK de realidad aumentada Vuforia, mientras que la programación de los scripts de las funcionalidades se realizó en el lenguaje C#, utilizando el IDE Visual Studio Community 2017. La aplicación cuenta con los temas de fracciones, porcentajes y recta numérica.

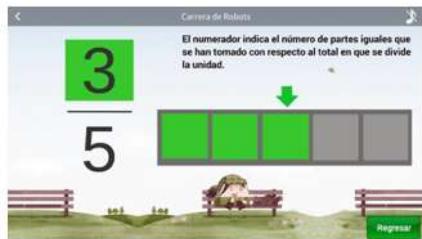
En este proyecto, se trabajó con la sección del tema de fracciones, disponibles en los bloques 1, 2, 4 y 5, tomando en cuenta los mismos bloques que se utilizan en los libros de matemáticas de sexto grado de primaria.



2a. Interfaz del bloque 1



2b. Tema: Carrera de robots.



2c. Lección: Carrera de robots.



2d. Actividad de carrera de robots.



2e. Tema: Equipo de caminata



2f. Tema: El rancho de don Luis.

Figura 2. Interfaces del bloque 1.

Para el desarrollo de la aplicación, se utilizó el motor de videojuego multiplataforma Unity y el SDK de realidad aumentada Vuforia, mientras que la programación de los scripts de las funcionalidades se realizó en el lenguaje C#, utilizando el IDE Visual Studio Community 2017. La aplicación cuenta con los temas de fracciones, porcentajes y recta numérica.

En este proyecto, se trabajó con la sección del tema de fracciones, disponibles en los bloques 1, 2, 4 y 5, tomando en cuenta los mismos bloques que se utilizan en los libros de matemáticas de sexto grado de primaria.

En la figura 2b se visualiza la interfaz del tema 'Carrera de robots'; primeramente, se focaliza con la cámara cualquier objeto real, se da clic en la cámara y se visualiza el robot, se da clic en cualquier parte del robot y en el lado izquierdo aparecen los botones de numerador y denominador, con los que se accede a la explicación de las lecciones, y en el lado derecho se activan botones de actividades del tema. Posteriormente, en la figura 2c se visualiza la lección de numerador, y en la figura 2d se visualiza la realización de una actividad, ambos de carrera de robots.

En la Figura 2e se visualiza la interfaz del tema 'Equipo de caminata', donde, como en la figura 2b, en el lado izquierdo se presentan botones para acceder a las lecciones (fracción propia, fracción mixta propia y fracción mixta impropia) del tema, y en el lado derecho se presentan botones para acceder a las actividades.

En la figura 2f se visualiza la interfaz del tema 'El rancho de don Luis', donde en el lado izquierdo se presentan botones para acceder a las lecciones (multiplicación fracciones y simplificación de fracciones) del tema, y en el lado derecho se presentan botones para acceder a las actividades.

En el bloque 2 se aborda una lección del tema de 'Fracciones'. Como parte de éste, en la figura 3a se observa el tema '¿Quién es el más alto?', y en la Figura 3b se visualiza la interfaz del mismo tema; en el lado izquierdo se presentan botones para acceder a las lecciones (conversión de decimales a fracciones y simplificación de fracciones) del tema, y en el lado derecho se presentan botones para acceder a las actividades.



3a. Interfaz del bloque 2



3b. Tema: ¿Quién es el más alto?

Figura 3. Interfaces del bloque 2

El bloque 3 de la materia de matemáticas no incluye lecciones de fracciones.

En el bloque 4 se muestran tres lecciones con el tema de 'Fracciones'.

Lección 'Los listones', la cual abarca el tema de 'Conversión de fracción a decimal' y su respectiva actividad para evaluar lo aprendido.

Lección '¿Cómo va la sucesión?', que abarca el tema de 'Sucesión de programación aritmética' y su respectiva actividad para evaluar lo aprendido.

Lección 'El plan de ahorro' la cual abarca el tema de 'Fraccionar de un número natural' y su respectiva actividad para evaluar lo aprendido.

El bloque 5 abarca dos lecciones con el tema de 'Fracciones'.

Lección 'Para dividir en partes', que abarca el tema de 'División de un numero fraccionario a decimal' y su respectiva actividad para evaluar lo aprendido.

Lección 'Repartos equitativos', que abarca el tema de 'Amplificación de fracciones' y su respectiva actividad para evaluar lo aprendido.

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA

Después de que se ha finalizado el proceso de integración de la parte gráfica y lógica de la aplicación móvil, se realizó un experimento de evaluación para conocer las percepciones de la aplicación con base en los factores de utilidad, facilidad e intención de uso, mismos que se tomaron en cuenta para realizar las preguntas de investigación que se buscan responder en este artículo. Para la evaluación de la aplicación, se eligieron dos escuelas primarias del municipio de Las Choapas, Veracruz, la primera está constituida por 192 alumnos y 6 docentes, y la segunda por 900 alumnos y 36 docentes. De la primera primaria, se tomó como muestra a 1 docente y 30 alumnos, mientras que de la segunda a 4 docentes y 105 alumnos.

El escenario de evaluación fue durante la clase de matemáticas; primero se le explicó a cada uno de los participantes el uso de la aplicación y el objetivo de la evaluación, se les proporcionó la aplicación y se les asignó una serie de actividades para utilizarla en un tiempo estimado de 1 hora; los niños probaron cada bloque. Al finalizar las actividades, se aplicó una encuesta evaluativa de la aplicación a cada uno de los alumnos y maestros de cada grupo, con una duración aproximada de veinticinco minutos. Las respuestas de cada una de las preguntas se realizaron con una escala Likert de 5 niveles (completamente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo, completamente en desacuerdo); se eligió la escala Likert por ser una de las herramientas más utilizadas por los investigadores cuando desean evaluar las opiniones y actitudes de una población o muestra seleccionada.

RESULTADOS

Los resultados de las encuestas se capturaron en el software estadístico SPSS; en la figura 4 se presenta una gráfica de las estadísticas (media y desviación estándar) obtenidas por los 135 alumnos.



Figura 4. Resultados finales de los alumnos

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS ALUMNOS

FACTOR DE UTILIDAD

El factor de utilidad por parte de los alumnos obtuvo un promedio de 4.67, lo cual hace referencia a que se encuentra en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo); la desviación estándar es de 0.54 y un coeficiente de



valores que son pequeños comparados con el promedio, por lo que podría decirse que, de manera general, los alumnos consideran que la aplicación es de utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia de matemáticas.

FACTOR DE FACILIDAD DE USO

El factor de facilidad de uso obtuvo un promedio de 4.46, el cual también se encuentra en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con una desviación estándar de 0.66 y un coeficiente de variación del 15%, valores que también son pequeños comparados con el promedio, por lo que podría decirse que el promedio es suficientemente válido para afirmar que los alumnos, de forma general, consideran que la aplicación de realidad aumentada para aprender fracciones es fácil de usar.

FACTOR DE INTENCIÓN DE USO

El factor de intención de uso obtuvo un promedio de 4.51, encontrándose en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con una desviación estándar de 0.79 y el coeficiente de variación es del 18%, valores que igualmente son pequeños comparados con el promedio, con lo cual podría decirse que el promedio es válido para afirmar que los alumnos, de forma general, tienen la intención de usar la aplicación de realidad aumentada como apoyo educativo para aprender fracciones.

Los resultados obtenidos por parte de los alumnos son alentadores, pues los valores promedio de los tres factores evaluados oscilaron entre 4 (de acuerdo)

en una escala de 1 a 5, resultados que son mejores comparados con Buitrago (2015) cuando se evaluó el nivel de logro para aprender matemáticas con realidad aumentada, ya que en aquel entonces se obtuvo un ponderado de 4.65 en una escala de 1 a 10. Se considera que una característica que pudo influir en la aceptación de la aplicación es que está basada en los bloques del libro de matemáticas de sexto grado, tomando como base el uso de aplicaciones basadas en libros, tal como se menciona en Prendes (2015). Con los resultados obtenidos, se corrobora que las aplicaciones de realidad aumentada son usadas habitualmente en centros educativos como material adicional de repaso a los métodos de aprendizaje tradicionales, tal como lo mencionan Castellano y Santacruz (2017).

En la figura 5 se presenta una gráfica de las estadísticas (media y desviación estándar) obtenidas por los cinco maestros.



Figura 5. Resultados finales de los alumnos.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS DOCENTES

FACTOR DE UTILIDAD

El factor de utilidad por parte de los docentes obtuvo un promedio de 4.9, encontrándose en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con una desviación estándar de 0.22 y un coeficiente de variación del 5%, variaciones que, respecto al promedio, son muy pequeñas, por lo que podría decirse que los docentes consideran, de manera general, que la aplicación es de utilidad para la enseñanza de fracciones en sexto grado de primaria.

FACTOR DE FACILIDAD DE USO

El factor de facilidad de uso obtuvo un promedio de 4.5, el cual se encuentra en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con una desviación estándar de 0.94 y un coeficiente de variación del 21%, variaciones que no son tan pequeñas comparadas con el promedio, y se entrevistó a los docentes para conocer la causa de que algunos consideraran que la aplicación es fácil de usar y otros no estén de acuerdo; los docentes coincidieron en que en ocasiones la aplicación perdía el enfoque de la cámara, por lo que se hicieron ajustes para el enfoque de marcadores temporales, y se les mostró de nuevo el manejo de la aplicación, obteniendo como resultado en la segunda revisión una mejor respuesta respecto a la facilidad su uso.

FACTOR DE INTENCIÓN DE USO

El factor de intención de uso obtuvo un promedio de 4.8, encontrándose en el

FACTOR DE UTILIDAD

rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con una desviación estándar de 0.44 y el coeficiente de variación del 9%, valores que son pequeños comparados con el promedio, por lo que se podría decir que los maestros tienen la intención de usar la aplicación de realidad aumentada como herramienta de apoyo para impartir las lecciones de fracciones.

Los maestros deben considerar la realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación, destacando la aportación innovadora de la misma como recurso didáctico (Maquilón et al. 2017).

Los resultados de este artículo concuerdan con lo estudiado por Villalustre y Moral (2018), ya que se despertó el interés por parte de los maestros en el uso de la realidad aumentada como herramienta de apoyo para sus clases.

CONCLUSIONES

Al realizar este proyecto se cumplió con el objetivo planteado. La aplicación de realidad aumentada es una herramienta de apoyo que el Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas, en particular la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, aporta a la materia de matemáticas de 6° de primaria de educación básica, con la finalidad de hacer que el aprendizaje resulte interesante y atractivo para los alumnos, y lograr con esto una educación de calidad.

Respecto a las preguntas de investigación que tuvieron como factores la utilidad, la facilidad y la intención de uso de la aplicación, de acuerdo a los resultados presentados, se puede decir que, en general, tanto los alumnos como los maestros consideran que la aplicación móvil de realidad aumentada es un apoyo educativo que puede contribuir a disminuir los índices de reprobación y a que los niños de 6° de primaria aprendan de una manera más interactiva.

Se recomienda un experimento de evaluación durante un tiempo más prolongado, en el que la aplicación se utilice durante las clases de manera cotidiana por al menos dos grupos de estudio, y al final se comparan los resultados entre los grupos mediante alguna estadística, como la prueba de anovas o chi-cuadrada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, T. 2015. Desarrollo de un videojuego para móviles con Unity. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/49991/1/desarrollo_de_un_videojuego_pa
ra_moviles_con_unity_aleman_baeza_tomas.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/49991/1/desarrollo_de_un_videojuego_para_moviles_con_unity_aleman_baeza_tomas.pdf) (Consultado 04/04/2018).
- Bláquez, A. 2017. Realidad aumentada en Educación. febrero 10, 2019, de Internacional de Creative Commons. Sitio web: http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada__Educacion.pdf (Consultado: 16/03/2018).
- Buitrago, R. D. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. Educ. 18(1): 27-41.
- Castellano, T., y L. Santacruz-Valencia. 2018. EnseñAPP: Aplicación Educativa de Realidad Aumentada para el Primer ciclo de Educación Primaria. Revista Iberoamericana De Tecnología En Educación Y Educación En Tecnología 21:7-14.
- Espinosa, C. 2015. Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. septiembre 30, 2017, de Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación Sitio web: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36832959008> (Consultado: 16/03/2018).
- Gil, G. 2015. Uso de realidad aumentada como complemento a los prácticos tradicionales de enseñanza - aprendizaje. septiembre 30, 2017, de SEDICI Sitio web: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46338> (Consultado: 16/03/2018).
- INEE. 2017. Plan Nacional Para la Evaluación de los Aprendizajes. Ciudad de México: Textos de Divulgación. http://planea.sep.gob.mx/ba/resultados_anteriores/ (Consultado: 16/03/2018).
- Jaramillo, P. 2015. Elaboración de objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada para la enseñanza de técnicas de construcciones en hormigón para la Facultad de Arquitectura de la PUCE. septiembre 30, 2017, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sitio web: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8667> (Consultado: 16/03/2018).
- Juárez, M. y M. Aguilar. 2019. El método Singapur, propuesta para mejorar el aprendizaje de las Matemáticas en Primaria. marzo 30, 2019, de El método Singapur, propuesta para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en primaria Sitio web: <http://funes.uniandes.edu.co/12887/1/Juarez2018El.pdf> (Consultado: 16/03/2018).

- López, H. 2010. Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada. https://eprints.ucm.es/11425/1/memoria_final_03_09_10.pdf (Consultado: 10/02/2019).
- Maquilón, J.J., A.B. Mirete Ruiz y M. Avilés Olmos. 2017. La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado 20(2): 183-203.
- PLANEA. 2015. Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes. <http://planea.sep.gob.mx/ms/> (Consultado: 08/03/2018).
- PLANEA. 2018. Resultados Nacionales 2018. http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2018/RESULTADOS_NACIONALES_PLANEA2018_INEE.pdf (Consultado: 24/11/2018).
- Prendes, C. 2015. Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36832959008> (Consultado: 30/09/2017).
- Robledo. D. 2017. Desarrollo de Aplicaciones para Android I. abril 11, 2018, de Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Sitio web: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP18117.pdf&area=E> (Consultado: 16/03/2018).
- Villalustre, L., y M. E. del Moral-Pérez. 2018. Geolocalización y realidad aumentada para un aprendizaje ubicuo en la formación inicial del profesorado. @tic. revista de innovación educativa 21: 40-48.

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE INDICADORES EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA SCRUM

Guadalupe Primitiva Hernández Aburto^{1,2}

Virginia Lagunes Barradas^{1,3}

Salvador Herrera Velarde¹

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa,¹

Reserva Territorial s/n, Col. Santa Bárbara, C.P. 91096.

**Instituto Tecnológico Superior de
Huastusco²**

Av. 25 poniente núm. 100, Col. Reserva Territorial, C.P. 94106.

**Facultad de Estadística e Informática,
Universidad Veracruzana,³**

Xalapa, Veracruz.

RESUMEN

Este artículo describe la problemática que existe en el proceso de gestión de indicadores de una institución de educación superior tecnológica. Este ciclo consta de quince actividades para la solicitud y recopilación de los datos, además de ocho actividades para la obtención del valor del indicador, dando un total de veintitrés actividades en un tiempo estimado de cincuenta seis días. El presente proyecto propone la implementación de una plataforma digital que permite realizar la captura de los datos con seis actividades y cuatro más para obtención del valor del indicador. Con esta propuesta, se considera un tiempo estimado de veintiún días para la conclusión del proceso.

INTRODUCCIÓN

En las Instituciones de Educación Superior (IES), un indicador es una medida cuantitativa que se aplica para evaluar de forma numérica el desempeño de diversas actividades, la medición de los indicadores representa una herramienta valiosa que tiene como fin orientar a las instituciones hacia el mejoramiento continuo (Vásquez y Carrillo, 2010).

El uso de los indicadores se ha intensificado en las últimas décadas y en particular en los últimos años; estos han adquirido una especial relevancia debido a que se consideran parámetros de medición de la calidad en los procesos educativos, lo que contribuye a los procesos de mejora. Es por ello que la evaluación de los indicadores en las IES tiene como objetivo medir el progreso programado del cumplimiento de las metas, estrategias y líneas de acción que se hayan planteado para el logro de los objetivos institucionales.

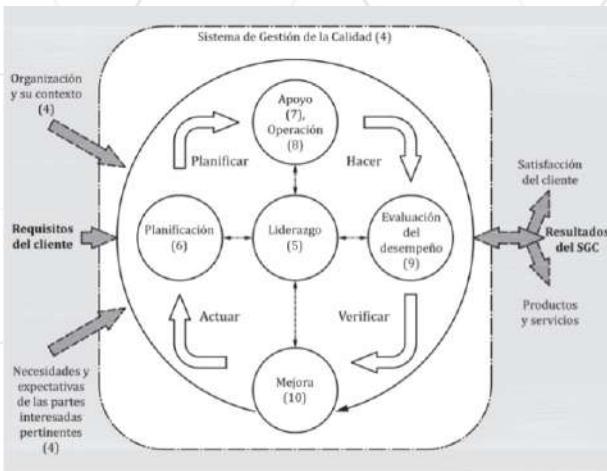


Figura 1: Representación de la estructura de la norma ISO 9001:2015 ciclo PHVA

El ciclo planificar, hacer, validar y actuar mostrado en la figura 1, el cual representa la estructura del proceso de mejora continua, establecido en la norma ISO 9001:2015, puede aplicarse a todos los procesos y al sistema de gestión de calidad como un todo (ISO 9001:2015). Este ciclo es aplicado por las IES, que se encuentran certificadas bajo esta norma para medir la calidad de sus procesos. En este ciclo, en el apartado de verificar, se encuentra la medición de los indicadores, que permitirá pasar al siguiente apartado del ciclo que es actuar, en el que se realiza la toma de decisiones.

A nivel mundial, la construcción de indicadores que midan la situación educativa de los países, sus avances y las problemáticas a las que se enfrentan han fomentado recientemente la proyección de la medición de los indicadores educativos, por lo que contar con las herramientas tecnológicas para calcularlos se ha vuelto indispensable. En las últimas dos décadas, la preocupación de los gobiernos por saber cuál es el avance de los sistemas educativos ha puesto a los indicadores en los primeros lugares de las agendas a nacionales e internacionales (Camarena, 2008).



El análisis y evaluación de los indicadores son de gran relevancia para las IES, pues del cálculo eficiente y el tiempo de generación de los indicadores dependen otros proyectos, como las acreditaciones y certificaciones, que en las categorías de planeación y evaluación miden la gestión y dan seguimiento al logro de los indicadores institucionales; además, son necesarios para las revisiones trimestrales de juntas directivas de la institución, estudios de factibilidad o diagnósticos de la región y estudio de las capacidades de la institución requeridos para la apertura de nuevos programas educativos y nuevas especialidades, respectivamente.

Actualmente, las IES pertenecientes al Tecnológico Nacional de México (TecNM) miden veintitrés indicadores básicos establecidos en el Programa Institucional de Innovación y Desarrollo. Además, se miden otros 47 indicadores, debido a que éstos son solicitados de manera periódica por las instancias de educación estatales como la Dirección de Educación Tecnológica del Estado de Veracruz (DET), así como por los órganos de gobierno que lo requieran y para la integración de documentos institucionales.

TEORÍA

A partir de la década de 1980, en muchos países, ante la creciente competencia económica internacional, la preocupación por la calidad educativa alcanzó niveles sin precedentes. En ese marco, adquieren sentido los esfuerzos por tener evaluaciones educativas más completas y confiables, lo que incluye mejores sistemas de indicadores (Martínez, 2001).

Los indicadores permiten un manejo rápido, eficiente y eficaz de la información de las instituciones, la cual es necesaria para la planeación institucional y para mejoras en los procesos educativos al interior de las IES (Cornejo, Quintana y Villalobos 2016).

Actualmente, el Plan de Desarrollo 2018–2024 establece en su objetivo 2.2, “garantizar el derecho a la educación laica, gratuita, incluyente, pertinente y de calidad en todos los tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional y para todas las personas”.

La evaluación de todo tipo de indicadores de nivel superior actualmente es un trabajo cotidiano, pues en diversos ámbitos se debate sobre el desempeño académico del personal docente, la evaluación de las competencias de los alumnos, así como la evaluación de los programas educativos en general, debido a que son fundamentales para mejorar su calidad (Andión, 2007).

Debido al auge que tienen los indicadores en la actualidad y a que su manejo se ha vuelto una actividad cotidiana, se genera el planteamiento del desarrollo de una plataforma que realice los procesos de gestión de usuarios, captura de datos bases y datos actuales que permitan el cálculo de los indicadores, así como la generación de reportes en tablas y gráficas de cada uno de los indicadores que se manejan en las instituciones de educación superior.

En los últimos años, se han desarrollado sistemas enfocados a la gestión de indicadores, los cuales miden los indicadores básicos y los indicadores de calidad, como la propuesta que es realizada por Ma. del Carmen Cornejo Serrano, Pedro Alberto Quintana Hernández y Eloísa Bernardett Villalobos Oliver, del Instituto Tecnológico de Celaya, en la que se miden indicadores básicos e indicadores de calidad que “constituye más un punto de referencia

a partir del cual los Institutos del Sistema Tecnológico seleccionarán los indicadores que les permitan medir más claramente el cumplimiento de sus resultados vinculados a sus objetivos institucionales" (Cornejo et al, 2016).

La propuesta de plataforma, que será probada a través de un prototipo funcional, se planifica e implementa mediante la metodología Scrum. "La gestión de proyectos ágiles no se formula sobre la necesidad de anticipación, sino sobre la de adaptación continua." (Menzisky, López y Palacio, 2016). Al realizar el estudio de cómo se desarrollan los nuevos productos en diversas empresas de manufactura tecnológica, en los años ochenta Ikujiro Nonaka e Hirotaka Takeuchi definieron la metodología Scrum, la cual se considera adecuada para proyectos con requisitos inestables, necesarios de cambios rápidos y flexibles, como lo suele ser el desarrollo del software.

El desarrollo de la metodología ágil de Scrum cuenta con un marco técnico formado por un conjunto de prácticas y reglas, entre las cuales se pueden mencionar: a) el proyecto evoluciona conforme se va desarrollando, b) el conocimiento de las personas refleja resultados de calidad y c) la estrategia de desarrollo basada en iteraciones (sprints) es incremental.

Lo anterior implica que el proyecto se inicie visualizando lo que se desea obtener, haciendo las especificaciones necesarias y que cada ciclo de desarrollo finalice con la entrega funcional de un producto, lo cual es considerado un incremento. Estos ciclos deben desarrollarse de una semana a un mes máximo.

PARTE EXPERIMENTAL

La metodología Scrum emplea dos formatos de registro de requisitos, que son el Product Backlog y el Sprint. El Product Backlog es la pila del producto donde se enlistan los requisitos de usuario, que van cambiando y creciendo con la evolución del proyecto. En esta pila del producto se encuentran los epics, que son súper-historia de usuario y se distinguen por su gran tamaño con alta granularidad, que es considerada por esta metodología como el nivel de detalle de cada epics o elemento de la pila del producto.

Los sprints son iteraciones o ciclos de desarrollo que finalizan cuando se entrega una parte operativa del producto que es considerada como un incremento.

Mediante el uso de la metodología Scrum, se representan todas las actividades a desarrollar en el proyecto de la plataforma de gestión de indicadores. Asimismo, a través de un prototipo funcional, se plantea el Product Backlog que contiene los epics, en los cuales se especifican súper-tareas de alta granularidad y que no se podrían realizar en un solo sprint, por lo que se desarrollarán varios sprints de cada uno de los epics.

El proceso que realiza esta metodología se muestra en la figura 2; inicia con una percepción de los resultados que se desean obtener, a partir de los que se generan las actividades que se desarrollarán durante los procesos. En los sprints se programan los ciclos de desarrollo que terminan al realizar la entrega de un incremento o parte del producto, sprints que deben tener una duración mínima de una semana y máxima de seis, aunque se sugiere que no sean mayores a un mes. (Menzisky et al, 2016).

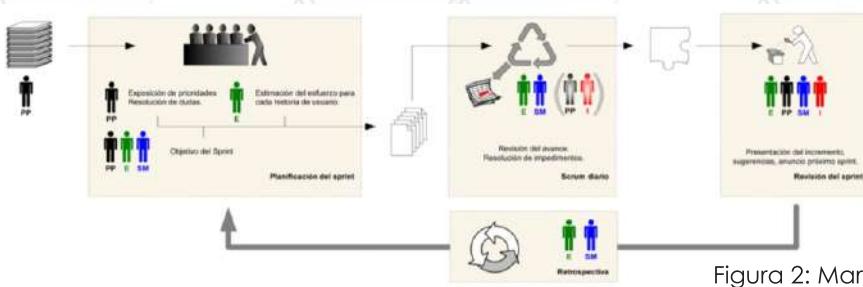


Figura 2: Marco teórico de Scrum.
Fuente: Menzisky et al, 2016.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología Scrum se obtienen al implementar la metodología indicada en la Pila del Producto o Product Backlog (véase tabla 1). La pila del producto es el primer requisito a cubrir, ya que refleja la primera vista del producto, y en ésta se enlistan los requisitos de usuario, que van cambiando e incrementándose a partir de la evolución del proyecto.

	Epics	Tiempo estimado	Duración	#Sprint	Puntos
A	Identificar todos los departamentos que sean fuentes de datos para la integración de los indicadores.	8 días	Del 10 al 17 de junio	1	8
B	Realizar formatos en excel acorde a los requerimientos de información de cada departamento y llenarlos.	13 días	Del 18 al 30 junio	2	13
C	Crear la base de datos en SQL que acceda a la información de los archivos en excel de cada departamento.	20 días	Del 01 al 20 de julio	3	20
D	Diseñar la plataforma que acceda a la base datos para extraer la información de cada departamento, verificando la correcta lectura de los datos; el prototipo incluirá tres departamentos.	25 días	Del 21 de julio al 15 de agosto	4	25

Tabla 1. Product Backlog de la plataforma tecnológica para la gestión de indicadores.

Epics		Tiempo estimado	Duración	#Sprint	Puntos
F	Realizar los procesos de cálculo de los indicadores.	11 días	Del 16 al 26 de agosto	5	11
G	Realizar el proceso de validación del indicador por el área responsable del indicador.	5 días	Del 27 al 31 de agosto	6	5
H	Establecer el formato de visualización de los gráficos	5 días	Del 02 al 06 de septiembre	7	18
			Total de puntos	129	

Tabla 1. Product Backlog de la plataforma tecnológica para la gestión de indicadores (continuación).

Los epics del sistema son divididos en historias de usuarios con criterios de evaluación y puntuación (sprint), permitiendo el alcance de cada una de las historias planteadas y logrando la entrega del producto de cada sprint. Los epics, al ser asociados a las historias de usuario, ordenan la prioridad de éstas con el fin de llevar a cabo su implementación; el equipo de desarrollo la descompone en pequeñas historias de usuario con un tamaño adecuado para ser gestionadas a través de la aplicación de la metodología Scrum antes descrita.

En el caso del sistema gestor de indicadores institucionales, se establecieron 7 epics, los cuales se descomponen en 25 historias de usuarios.

En la tabla 2 puede se puede visualizar un epic asociado con historias de usuarios que no necesariamente hacen uso de actividades tecnológicas, mientras que en la tabla 3 se ejemplifican las historias de usuario que pertenecen a un epic que involucra actividades propias del área de sistemas.

Objetivo:	Identificar todos los departamentos que sean fuentes de datos para la integración de los indicadores.	Duración	Del 10 al 17 de junio de 2019
ID de historias	Historias	Puntos	Criterios de aceptación
P1-001	Realizar una revisión de documentos oficiales para identificar todos los indicadores básicos y los indicadores educativos de la institución.	4	<p>C1: Los documentos a revisar deben ser procedimientos normativos, guías o programas institucionales de innovación y desarrollo.</p> <p>C2: La documentación que sea revisada debe ser vigente.</p>
ID de historias	Historias	Puntos	Criterios de aceptación
AP1-002	Identificar la información que debe recopilarse de cada departamento para la generación de indicadores.	2	C1: Los departamentos deben presentar información que corresponda a sus funciones.
AP1-003	Generar tablas en excel acordes a los requerimientos o necesidades de cada departamento.	2	C1: Las tablas deben contener todos los conceptos necesarios para la realización el cálculo del indicador que se esté considerando.
Total de puntos		8	

Tabla 2. Identificación de departamentos

Objetivo:	Crear la base de datos en SQL que acceda a la información de los archivos en excel de cada departamento.	Duración	Del 18 al 30 junio de 2019
ID de Historias	Historias	Puntos	Criterios de aceptación
AP2-001	Identificar todos los requerimientos de la base de datos	3	C1: Los requerimientos deben corresponder con los datos de cálculo de los indicadores.
AP2-002	Desarrollar el modelo relación de la base de datos.	2	C1: El modelo relación de la base de datos debe incluir las entidades y atributos.
AP2-003	Crear las tablas en SQL y verificar que la base de datos pueda acceder correctamente a los datos.	8	<p>C1: El diseño físico de la base debe acceder a la información de indicadores.</p> <p>C2: Los formularios deben acceder a los datos y a los informes para realizar consultas.</p>
Total de puntos		13	

Tabla 3. Creación de la base de datos.

CONCLUSIONES

El planteamiento metodológico de un sistema de información establece las bases de un buen desarrollo de programación, dado que se irán cubriendo todos los requerimientos del cliente a lo largo del desarrollo. Por lo tanto, aplicar metodologías ágiles, aunque no es algo sencillo, resulta bastante funcional debido a que se realiza el desarrollo de iteraciones en las que se programan las problemáticas encontradas y la forma de darles solución, basadas en las experiencias de los clientes, desarrolladores y usuarios.

Las metodologías ágiles son adaptativas y orientadas a las personas, y no predictivas u orientadas a los procesos como las metodologías tradicionales. Por ello, el líder del trabajo asigna las tareas que deben ser desarrolladas en un determinado tiempo y que proporcionarán un producto, el cual, al unirse con los demás ya concluidos, van conformando las diferentes partes del proyecto hasta tenerlo todo al cien por ciento.

El planteamiento obtenido de la metodología con relación a los siete epics del Product Backlog deja planteado claramente cómo se debe ir desarrollando el proyecto, con los tiempos establecidos para que se alcance cada uno de los sprints.

El seguimiento ordenado de los procesos da como resultado que el desarrollador se encuentre realizando funciones significativas para el proyecto, así como que se alcancen las metas y objetivos planteados en las fechas establecidas y, sobre todo, acorde a las necesidades del cliente.

BIBLIOGRAFÍA

- ISO-9001:2015.. (2015). <https://www.bps.gub.uy>. Obtenido de <https://www.bps.gub.uy/bps/file/13060/1/normativa-internacional-iso-9001.2015.pdf>. Fecha de consulta 02-julio-19.
- Menzinsky, A., López, G., Palacio J.(2016). Scrum Manager.Llubaris Info 4 Media . Obtenido de https://www.scrummanager.net/files/sm_proyecto.pdf. Fecha de consulta 02-julio-19.
- Andión, M. (2007). La calidad en la educación superior: una visión cualitativa . Reencuentro, núm. 50, p 83-92 .
- Camarena, R. M. (2008). Indicadores educativos hacia un estado del arte. Obtenido de <http://ru.iis.sociales.unam.mx/bitstream/IIS/4390/1/Indicadores%20educativos.%20Hacienda%20un%20estado%20del%20arte.pdf>. Fecha de consulta 02-julio-19.
- Cornejo M. C., Quintana P. A., Villalobos E. B. (2016). PROPUESTA DE UN SISTEMA BÁSICO DE INDICADORES DE DESEMPEÑO Y DE CALIDAD PARA EL SISTEMA NACIONAL DE INSTITUTOS TECNOLÓGICOS. Revista Global de Negocios Vol. 4, No. 6, 51-67.
- Vásquez, J., Carrillo M. S. (2010). La Importancia de Construir Indicadores de Gestión en las Instituciones de Educación Superior Apoyándose en Balanced Scorecard.
- LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, 1-4.
- Martínez, F. (2001). Los indicadores como herramientas para la evaluación de la calidad de los sistemas educativos. Obtenido de <http://www.sinectica.iteso>. Fecha de consulta 02-julio-19.



DESHIDRATACIÓN DE ETANOL SOBRE UN SIO₂ MODIFICADO CON ÓXIDO DE HAFNIO

Heriberto Esteban-Benito¹
Cinthya Cristal Casanova-Juarez¹
Ricardo Garcia-Alamilla²
Raúl Enrique Contreras-Bermúdez³

**Instituto Tecnológico Superior de
Naranjos¹,**

Guanajuato s/n, Manuel Ávila Camacho, C.P. 92370, Naranjos, Veracruz.

Instituto Tecnológico de Ciudad Madero²,

Juventino Rosas s/n, Los Mangos, C.P. 89440, Cd Madero, Tamaulipas.

**Facultad de Ciencias Químicas de la
Universidad Veracruzana³,**

Blvd. Ruiz Cortines entre Justo Sierra y Cedro, No. 306, Obras Sociales
C.P. 93240, Poza Rica, Veracruz.

RESUMEN

El óxido de silicio se sintetizó por el método no hidro térmico, el cual permitió obtener un material mesoporoso en 6 h de síntesis, mientras que los métodos tradicionales tardan alrededor de 24 h. Este óxido de silicio fue modificado en la etapa de síntesis con 5% mol. de hafnio y calcinado a 600°C. La actividad del catalizador se llevó a cabo en la deshidratación de etanol para la obtención de olefinas ligeras, y a 300°C se obtuvo una conversión del 89% del alcohol con una selectividad del 95% a etileno y 5% hacia la obtención de dietil éter, y es que la obtención de olefinas ligeras por rutas alternas a los combustibles fósiles resulta de gran interés para la comunidad científica. El catalizador no presentó desactivación catalítica durante 240 min. de reacción, por lo que resulta interesante realizar pruebas de deshidratación a tiempos prolongados y realizar pruebas de regeneración catalítica.

INTRODUCCIÓN

Los materiales mesoporosos han cobrado en los últimos años gran importancia debido a las múltiples aplicaciones en procesos de isomerización de alcalinos, craqueo de fracciones pesadas de gasóleos, oxidación selectiva y también como adsorbente. Entre los materiales mesoporosos más investigados, se encuentran las arcillas pilareadas, zeolitas, MCM's y SBA's; sin embargo, estos materiales presentan algunos inconvenientes, motivo por el que se han intensificado las investigaciones para mejorar las propiedades microestructurales y así proporcionarles mayor estabilidad térmica, áreas superficiales grandes, elevada acidez, entre otras propiedades fisicoquímicas que atiendan las necesidades de la industria.

La MCM-41 es un material que pertenece a la familia M41S [1], entre sus principales características se puede citar que tiene un arreglo estructural uniforme, acidez superficial baja, tamaño de poro entre 20 y 100 Å y área específica de aproximadamente 1000 m²/g; la buena distribución porosa y área específica elevada lo convierten en un material ideal para ser utilizado como soporte catalítico [1]. Este hecho ha impulsado el estudio y desarrollo de nuevas formulaciones catalíticas para obtener materiales con nuevas fases activas, soportes con estructuras porosas que permitan la difusión de moléculas dentro y fuera del mesoporo, elevada estabilidad térmica e incremento de sitios ácidos con la finalidad de obtener catalizadores para aplicación en la industria del petróleo.

Entre las modificaciones que se han realizado a la MCM-41, se encuentra la introducción de metales de transición, tales como Fe, Ti, V, Cu, Mo, Co, Ce; Zr y Ni [1],[2]. La introducción de los iones metálicos sobre la estructura porosa de la MCM-41 promueve un grado de acidez que conlleva a mejor la actividad catalítica; en el presente trabajo, se realiza el estudio de la incorporación de iones hafnio en la mesoporosidad de un silicato tipo MCM-41. El Hf y el Zr son metales de transición muy similares químicamente; entre las principales similitudes se encuentra que el Hf tiene un radio atómico de 1.44 Å y el Zr de 1.45 Å, radio iónico de 0.85 y 0.86 Å para el Hf+4 y Zr+4 respectivamente, las electronegatividades son 1.23 para el hafnio y 1.22 para el circonio [3]. En forma de óxidos, ambos metales de transición presentan las mismas fases cristalinas (monoclínica, tetragonal, cúbica y líquida); a temperaturas bajas, la fase monoclínica es la que predomina, transformándose en fase tetragonal a medida que se incrementa la temperatura hasta llegar a la fase cúbica. En la literatura, existe poca información de la incorporación de iones hafnio sobre un silicato.

PARTE EXPERIMENTAL

El silicato mesoporoso fue preparado a partir del método reportado por Sepehrian y col. [4], y se utilizó bromuro de cetil-trimetil-amonio (Aldrich; 99%) como agente estructurante mezclado con agua destilada por 15 min, posteriormente, a esta solución se le adicionó una cantidad conocida de silicato de sodio ($\text{Na}_2\text{O}_7\text{Si}_3$; Aldrich), y se continuó con la homogenización durante 30 min. a temperatura ambiente. El pH de la solución alcalina se ajustó de un valor de 12 hasta 9 mediante la adición de ácido sulfúrico a una concentración de 2 M (H_2SO_4 : 2 M). Posteriormente, se adicionó por goteo lento una solución de tetracloruro de hafnio (HfCl_4 , Aldrich, 98%) y se homogeneizó en agitación constante por 4 h. a temperatura ambiente. El precipitado blanco formado fue filtrado, lavado y, finalmente, secado a 80°C durante 48 h; el sólido resultante fue pulverizado y calcinado a 600°C por 6 h. en flujo de aire extraseco, obteniéndose un silicato mesoporoso modificado con 5% mol. de hafnio.

RESULTADOS

En la figura 1 se muestra el comportamiento térmico del óxido silicio modificado con hafnio (HfS) en fase precursor, en la cual se observaron tres etapas de pérdida de peso. La primera etapa se originó en el rango de temperatura ambiente y 100°C, debido a la eliminación del agua adsorbida físicamente en el sólido [68-69]. La segunda etapa se atribuye a la eliminación del agente estructurante usado en la síntesis y se originó entre 100-350°C [5, 6]; en este intervalo del tratamiento térmico, el material perdió el 26% de su peso. La tercera y última etapa de pérdida de peso fue en el intervalo de 350°C y

y 600°C, rango en el que la temperatura el silicato perdió el 29% de su peso, indicando que la materia orgánica fue eliminada; también a este rango de temperatura se llevó a cabo la deshidroxilación del precursor para formar enlaces Si-O-Si. [4].

La morfología del silicato modificado con 5% mol. de hafnio se presenta en la figura 2. La micrografía SEM fue tomada a una amplificación de 5,000X, y en ella se observa que el material poroso está constituido por aglomerado de partículas con morfología irregular, que conlleva a la formación de cavidades de tamaños variables.

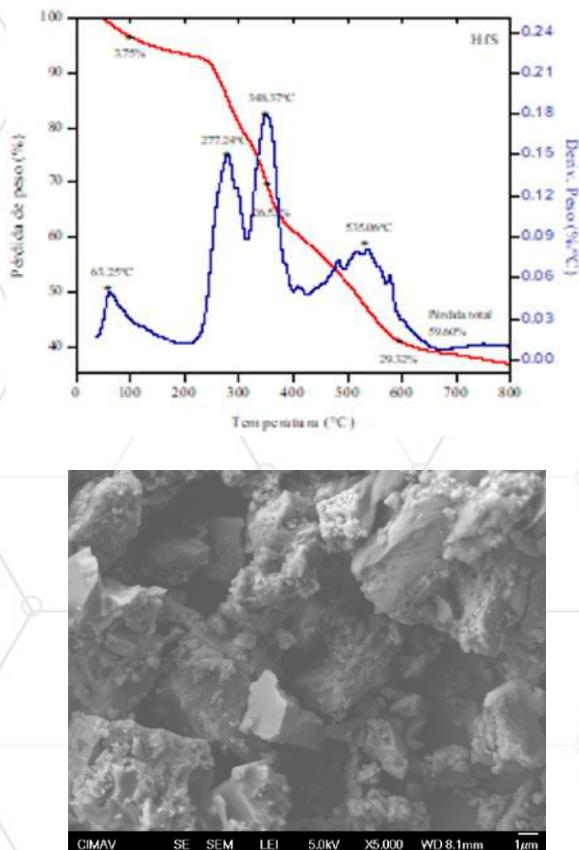


Figura 1. Análisis térmico (ATG-DTG) del silicato modificado con 5% mol. de hafnio.

Figura 2. Microscopía electrónica de barrido del HfS.

La deshidratación de etanol se realizó en un reactor de cuarzo de geometría tubular en el que se depositaron 100 mg de catalizador HfS, y la temperatura de ensayo fue de 300°C, las cuales fueron controladas mediante un controlador Perkin-Elmer equipado con un termopar tipo J. Los reactivos se transportaron desde un sistema de saturación a 10°C hasta el reactor, empleando nitrógeno como gas de arrastre a 40 ml/min. Los productos y reactantes fueron analizados en línea de la planta a un cromatógrafo de gases Shimadzu, equipado con un detector de llama bajo las siguientes condiciones: temperatura del inyector - 200°C, temperatura del detector - 200°C y temperatura de la columna - 50°C. Las inyecciones de los reactivos hacia el cromatógrafo se hicieron a intervalos de 10 min. en la primera hora, y posteriormente a intervalos de 20 min. hasta terminar la reacción.

La reacción de deshidratación de etanol se llevó a cabo para investigar el comportamiento del catalizador, sintetizado por el método no hidrotérmico con la finalidad de determinar la naturaleza ácido-base del material catalítico. En atmósfera inerte, la deshidratación se lleva a cabo sobre sitios ácidos, mientras que la reacción de deshidrogenación se realiza sobre sitios básicos. La literatura reporta que la deshidratación de etanol puede seguir tres posibles rutas: 1) deshidratación intra-molecular para producir etileno, 2) deshidratación inter-molecular para generar dietil éter y 3) deshidrogenación del alcohol para producir acetaldehído [81-82]. La selectividad de la reacción es una medida de la cantidad relativa de cada tipo de sitios en el catalizador. En la tabla 1 se muestra el resultado de la descomposición de etanol; el catalizador presentó buena actividad catalítica a 300°C, obteniendo etileno y dietil éter como productos principales. Los resultados observados en la tabla indican que la conversión del etanol y la selectividad a etileno fue de 86% y

95%, respectivamente; con un incremento en la temperatura de reacción, rápidamente se obtiene el 100% de selectividad a etileno. Este comportamiento también fu reportado por Varisli y col. [7].

Tabla 1. Actividad catalítica del catalizador HfS.

Material	T = 300° C		
	XA (%)	S C ₂ (%)	SE (%)
HfS	86	95	5

XA = Conversión.
S C₂ = Selectividad a etileno.
SE = Selectividad a dietil éter.

CONCLUSIONES

El método de síntesis no hidrotérmico permitió obtener un óxido de silicio perteneciente a la familia M41S en 4 h. de síntesis, mucho más rápido que los métodos de síntesis convencionales que se tardan alrededor de 24 h. El catalizador no presentó desactivación catalítica durante el tiempo de reacción (240 min), presentó buena actividad catalítica, y la selectividad fue a la obtención de etileno por una ruta diferente a los procesos petroquímicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Taguchi, A. Schüth, F. Ordered mesoporous materials in catalysis. *Microporous and Mesoporous Materials*, 77, 1-45, (2005).
- Llewellyn, P. Adsorption by Ordered Mesoporous Materials. *Adsorption by Powders and Porous Solids*, 529-560. (2014). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097035-6.00013-9>
- Jiang, T. S., Li, Y. H., Zhou, X. P., Zhao, Q., Yin, H. B. Thermal and hydrothermal stability of ZrMCM-41 mesoporous molecular sieves obtained by microwave irradiation. *Journal Chemical Science*, 122, 371-379, (2010).
- Sepehrian, H., Khanchi, A. R., Rofouei, M. K., Waqif, H. S. Non-Thermal Synthesis of Mesoporous Zirconium Silicate and its Characterization, *Journal of the Iranian Chemical Society*, 3, 253-257, (2006).
- de Souza, L. K. C., Pardaui, J. R., Zamian, J. R., da Rocha Filho, G. N., da Costa, C. E. F. (2011). Influence of the incorporated metal on template removal from MCM-41 type mesoporous materials. *J Therm Anal Calorim*, 106, 355–361.
- Chen, C. L., Li, T., Cheng, S., Lin, H. P., Bhongale, C. J., Mou, C. Y. Direct impregnation method for preparing sulfated zirconia supported on mesoporous silica. *Microporous and Mesoporous Materials*, 50, 201–208, (2001).
- Varisli, D., Dogu, T., and Dogu, G. Silicotungstic acid impregnated MCM-41-like mesoporous solid acid catalysts for dehydration of ethanol. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 47, 12, 4071-4076, (2008).

EFEKTOS TÉRMICOS Y DE CAMPOS ELÉCTRICOS EXTERNOS SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA PROTEÍNA VILLINA HP-36

Ana Laura Olivares-Martínez
Margarita González de la Tijera
Manuel Prisciliano Ralero-de la Mora
Salvador Herrera-Velarde.

**Instituto Tecnológico Superior de Xalapa,
Sección 5^a,**

Reserva Territorial s/n, Col. Santa Bárbara, C.P. 91096, Xalapa,
Veracruz, México.



RESUMEN

En este trabajo, se presentan resultados de simulación computacional atomística de la ruta de desnaturización de la proteína villina HP-36 para dos escenarios: a) debido al incremento en la temperatura y b) debido a la presencia de un campo eléctrico externo; para ambos casos se realizaron simulaciones a lo largo de trayectorias de al menos 100 nanosegundos. Para la desnaturización térmica, se simuló a diferentes temperaturas: temperatura ambiente (300 K), temperatura de desnaturización experimental (350 K) y, finalmente, se siguió un protocolo de desnaturización para dos temperaturas altas (450 y 510 K). En el caso del campo eléctrico externo, la simulación se realizó a temperatura ambiente con un campo estático de intensidad 0.025 V/nm; el grado de desnaturización se monitoreó utilizando diferentes observables: la desviación cuadrática media, el radio de giro y asignación de estructura secundaria utilizando el programa DSSP, mientras que los cambios conformacionales de la proteína se analizaron a través de la visualización de la trayectoria en el software Visual Molecular Dynamics. Los resultados indican que, a temperatura ambiente, la proteína muestra estabilidad estructural, preservando a lo largo de toda la trayectoria su estructura nativa; para las simulaciones a temperatura de desnaturización experimental, no se logran apreciar cambios significativos en la estructura nativa. A temperaturas elevadas, se aprecia que la proteína experimenta cambios importantes en la conformación nativa, donde se observa pérdida de estructura terciaria y pérdidas casi totales de la estructura secundaria. En presencia del campo eléctrico, los cambios configuracionales son mínimos; la desviación cuadrática media y el radio de giro muestran un ligero aumento en sus fluctuaciones, pero la estructura nativa no sufre alteraciones significativas. El escaso efecto del campo eléctrico sobre la conformación nativa, se debe presumiblemente, a la baja intensidad del campo empleado y la ventana temporal explorada.

INTRODUCCIÓN

Las proteínas son biomoléculas esenciales de la naturaleza, están formadas por cadenas de aminoácidos y se encuentran presentes en todas las formas de vida. Las proteínas forman parte del material estructural básico dentro del cuerpo humano, conformando principalmente los tejidos, además de realizar otras múltiples funciones. Cada proteína tiene un papel primordial dentro del organismo, se les puede encontrar abundantemente en las membranas celulares y el material genético, tomando roles importantes en el control metabólico, como enzimas, anticuerpos y hormonas^{1,2}.

Uno de los fenómenos de mayor interés es el proceso de desnaturalización en el que una proteína pierde total o parcialmente su estructura nativa, y existen diferentes metodologías experimentales para desnaturalizar una proteína; dentro de las más comunes, se encuentra la desnaturalización por aumento de temperatura y presión³. En las últimas décadas, el proceso de desnaturalización de diversas proteínas también ha sido estudiado mediante simulación computacional⁴; sin embargo, para alcanzar las escalas temporales del experimento, o bien, simplemente para lograr observar mediante simulación el proceso de desnaturalización, es necesario restringirse a proteínas relativamente pequeñas, además de forzar el despliegamiento de las proteínas mediante el uso de temperaturas muy por arriba de los valores experimentales⁵.

En recientes estudios experimentales, se ha propuesto el uso de pulsos de luz y campos eléctricos como métodos no térmicos para modificar la estructura nativa de proteínas⁶; aunque efectivamente es posible modificar la estructura nativa de una proteína a través de un campo eléctrico externo, existen aspectos de los cambios conformatacionales que experimenta la proteína que no pueden visualizarse en la escala experimental^{6,7}. En este sentido, la simulación computacional, y en particular la dinámica molecular a nivel

atomístico, es una herramienta ideal para comprender a nivel biomolecular los cambios que ocurren en la estructura nativa de una proteína.

La simulación computacional de dinámica molecular se ha convertido en una poderosa y eficiente aliada para el estudio de una amplia variedad de sistemas biomoleculares como proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, membranas, entre otros. Un estudio mediante dinámica molecular permite un análisis más profundo de los cambios estructurales que ocurren en las proteínas, pero también funge como guía para el científico experimental, pues le permite obtener los parámetros experimentales para un mejor control sobre el fenómeno bajo estudio; sin embargo, también presenta algunos inconvenientes. Dos de las restricciones más importantes al realizar una simulación atomística es el tipo de interacciones y parámetros empleados, es decir, el denominado campo de fuerzas, y las escalas temporales que se pueden alcanzar⁸. Por lo tanto, es necesario, por un lado, utilizar campos de fuerzas ya validados y que han mostrado ser efectivos para reproducir propiedades experimentales, y por otro lado, es importante emplear sistemas biomoleculares o protocolos que permitan observar el fenómeno de interés con un costo de tiempo de simulación viable.

Dentro del conjunto de proteínas de rápido plegamiento y desplegamiento, el subominio de la proteína “chicken villin headpiece” es uno de los mejor caracterizados; la mayoría de los trabajos experimentales y computacionales se han enfocado en el fragmento de 35 residuos (HP-35), el cual está formado por tres helices- α . El HP-35 tiene la propiedad de ser pequeño, es una proteína que surge de manera natural y se plega de manera independiente en su estado nativo; estas características lo hacen muy útil como sistema modelo. Por otro lado, la “villin headpiece 36” (HP-36) es una pequeña proteína globular de 36 residuos proveniente del pollo, siendo una forma recombinante

de HP-35. La proteína HP-36 presenta la siguiente secuencia de aminoacidos: MLSDEDFKAVFGMTRSAFANPLWKQQNLKKEKGLF, y está conformada por tres hélices α (figura 1), de las cuales se cree que su actividad biológica reside en la tercera. Además, tiene un núcleo hidrofóbico compacto, lo que le otorga características similares a las de proteínas más grandes, presentando su punto de desnaturización a temperaturas mayores a los 70 °C (343 K)^{9,10}.

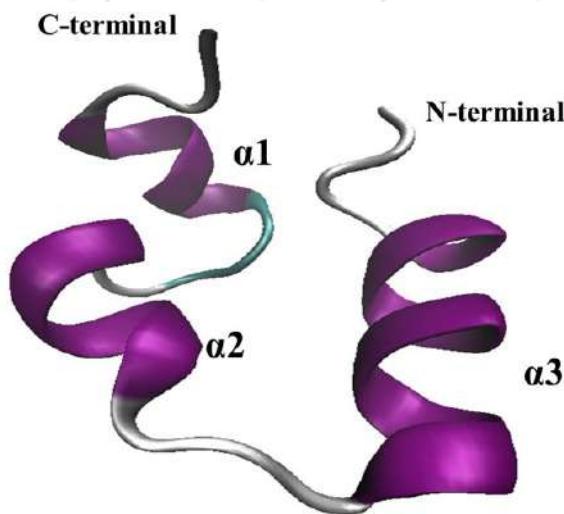


Figura 1.- Estructura secundaria de la proteína “chicken villin headpiece” HP-36.

En el presente trabajo, se expone un estudio de simulación computacional atomística para estudiar la desnaturización de la proteína villina HP-36, debido a efectos térmicos y a la presencia de un campo externo. En las siguientes secciones presentamos la teoría básica, la metodología y el protocolo de simulación computacional, así como los observables de interés, posteriormente, se presentan los resultados por el incremento en la temperatura y por la presencia del campo eléctrico y, finalmente, cerramos el trabajo con las conclusiones, donde se discuten algunas perspectivas de trabajo futuro.

TEORÍA

Las proteínas se consideran como tal cuando la cadena polipeptídica presenta un peso molecular mayor que 5,000 D, por lo que son de las moléculas más grandes y complejas que se puede encontrar en la naturaleza. Todas las proteínas cuentan con una distribución completamente definida (Karp), y esto se debe a que cada aminoácido se encuentra acomodado en un sitio específico, proporcionándole estructura y reactividad para las funciones que va a realizar, conocida también como la estructura nativa de la proteína. Dicha estructura tiene distintos niveles de organización, cada uno de los cuales le brinda un aspecto diferente, siendo también cada uno dependiente del otro.²

Los niveles de organización de una proteína son: a) la estructura primaria, que es la secuencia lineal de los aminoácidos en la cadena peptídica, b) la estructura secundaria, que define la forma tridimensional local que adopta la proteína en el espacio, de la cual, en función de la formación de puentes de hidrógeno, están propuestas dos tipos de conformaciones^{1,2}: Hélice alfa (α) y Hoja o lámina beta (β) plegada, y, por último, c) la estructura terciaria que representa el ordenamiento tridimensional espacial de los diferentes componentes hélices α o láminas β de una proteína, que las hace formar un conjunto esférico, elipsoide, globular irregular o elongado, entre otras formas¹.

La desnaturalización es la pérdida de la estructura secundaria y terciaria de la proteína y, por lo tanto, también de su función biológica, esto debido a un cambio físico o químico que sufren las proteínas solubles o globulares, por ejemplo, exposición a pH's extremos o a temperaturas elevadas². Cada proteína tiene un valor particular de temperatura de desnaturalización, la cual, con tratamientos térmicos o campos eléctricos, produce un cambio en la estructura física nativa de las proteínas, pero no afectan la composición de los aminoácidos¹¹.

El tratamiento térmico es la metodología más común para desnaturalizar una proteína; sin embargo, durante las últimas décadas han surgido novedosas tecnologías de procesamiento. Una de las técnicas que más ha atraído la atención es el uso de campos eléctricos; su uso, despierta cierta preocupación y algunas dudas permanecen abiertas en espera de respuesta. Por ejemplo, la comunidad científica se pregunta ¿cómo es qué las diferentes variables eléctricas impactan en las propiedades de una proteína?, ¿cómo es el efecto de un campo eléctrico estático en función de su intensidad?, ¿cómo es el despliegamiento debido a campos eléctricos estáticos comparado con el despliegamiento debido al procesamiento térmico? o ¿cómo un campo eléctrico oscilante afecta las propiedades conformacionales de las proteínas y cuál es la relevancia de la frecuencia e intensidad del campo aplicado?^{6,7,12}. Un estudio sistemático de los efectos a nivel molecular no ha sido posible con las técnicas experimentales actuales, es decir, se conocen los efectos pero no cómo se producen ni los mecanismos que conducen a ellos.

Este trabajo presenta resultados de simulación computacional, utilizando la metodología de dinámica molecular a nivel atomístico, ya que el estudio de proteínas con dinámica molecular y en conjunto con un software de visualización, permite la observación del comportamiento de cada una de las moléculas a una escala atomística, sirviendo entonces como un microscopio computacional¹³. En una simulación atomística, se muestra con todo detalle el movimiento de cada una de las partículas en función de tiempo; además, una de las principales ventajas de realizar simulaciones radica en que el usuario tiene el control del sistema, lo que permite examinar propiedades específicas al modificar determinados parámetros¹⁴. Las ecuaciones de movimiento se deben resolver numéricamente sobre un número suficientemente grande de pequeños pasos discretos en el tiempo; la evolución temporal del sistema

se sigue a través de la solución de la ecuación de movimiento de Newton:

$$\mathbf{F}_i = m_i \frac{d^2 \mathbf{r}_i(t)}{dt^2}$$

donde $\mathbf{r}_i = (x_i(t), y_i(t), z_i(t))$ es el vector posición de la i th partícula y \mathbf{F}_i es la fuerza total actuando sobre la partícula al tiempo (t), y m_i es la masa de la partícula. Una trayectoria de dinámica molecular está definida tanto por las posiciones como por las velocidades, y en conjunto describen la evolución en el tiempo del sistema .

Para actualizar las posiciones y velocidades de los átomos presentes en el sistema, se requiere calcular las fuerzas que actúan sobre cada átomo para cada paso en el tiempo; en un sistema biomolecular surgen diferentes tipos de interacciones. La expresión para un campo de fuerza se compone de la suma de términos que expresan las tensiones de los enlaces, ángulos, torsiones, interacciones de Van der Waals, interacciones electrostáticas, etc. De manera general, la expresión es:

$$E_{total} = E_{enlaces} + E_{ángulos} + E_{diedros} + E_{VdW} + E_{elec^-} + E_H$$

donde

$$\begin{aligned} E = & \sum_{enlaces} k_b (b - b_0)^2 \\ & + \sum_{ángulos} k_\theta (\theta - \theta_0)^2 \\ & + \sum_{diedros} \sum_n \frac{V_n}{2} [1 + \cos(n\phi - \phi_0)] + \sum_{impropios} k_\omega (\omega - \omega_0)^2 \\ & + \sum_{pares no unidos ij} E_{ij} \left[\left(\frac{r_{ij}^{vdW}}{r} \right)^{12} - 2 \left(\frac{r_{ij}^{vdW}}{r} \right)^6 \right] + K_{coul} \frac{q_i q_j}{\epsilon r_{ij}} \end{aligned}$$

Físicamente, para aquellas partículas que están unidas, los dos primeros términos describen las energías de deformación de los enlaces y ángulos respecto a sus valores de equilibrio. El tercer término describe las rotaciones alrededor de un enlace químico. Por último, el cuarto término describe las interacciones de atracción y repulsión (dispersión) de van der Waals en la forma de un potencial de Lennard-Jones, y el último término es el potencial electrostático de Coulomb¹⁵.

METODOLOGÍA COMPUTACIONAL

Para llevar a cabo las simulaciones de desnaturalización de proteínas, se tienen básicamente dos opciones: construir el código desde cero o utilizar un software construido para realizar simulaciones de dinámica molecular. Dada la complejidad de los sistemas biomoleculares, es común utilizar paquetes de simulación desarrollados por diferentes grupos de investigación. En la realización de este trabajo, utilizaremos GROMACS para llevar a cabo las simulaciones.

GROMACS (GROningen MAchine for Chemical Simulations) es un paquete de simulación que puede descargarse libremente, y solo requiere otras librerías de uso libre para ser compilado. GROMACS trabaja principalmente en ambiente Linux y puede correr en una laptop o en un cluster con cientos de nodos en paralelo, permitiendo simular sistemas de cientos, miles o millones de partículas. Fue diseñado principalmente para la simulación de biomoléculas

como las proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, pero debido a su rapidez, también se puede usar en sistemas no biológicos, ya que no requiere la realización de códigos extra. Por estas y otras razones, GROMACS es uno de los softwares de dinámica molecular más populares dentro de la comunidad científica¹⁶.

Para la visualización y análisis de los cambios conformacionales de la proteína, usaremos el software Visual Molecular Dynamics (VMD), el cual es un programa de distribución gratuita para visualización de biomoléculas., y está diseñado para el modelado, animación y análisis de grandes sistemas biomoleculares como proteínas, membranas y ácidos nucleicos. Además, proporciona al usuario una amplia variedad de métodos para generar imágenes de alta calidad y permite calcular la estructura secundaria de una proteína a lo largo de la trayectoria de simulación¹⁷.

CAMPO ELÉCTRICO

El desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento en la industria alimentaria, como las microondas o campos eléctricos, ha llevado a la comunidad científica a interesarse en estudiar de los efectos que dichos tratamientos tienen sobre las proteínas¹¹. En GROMACS es posible introducir un campo eléctrico externo al sistema, que se representa como pulsos de láser gaussiano estático u oscilante, descrito como:

$$E(t) = E_0 \exp \left[-\frac{(t - t_o)^2}{2\sigma^2} \right] \cos[\omega(t - t_0)]$$

Entender lo que le sucede a una proteína a nivel atómico podría abrir la puerta para lograr alimentos con ciertas propiedades funcionales, por ejemplo, alimentos con alergenicidad reducida o inhibida.

PROTOCOLO DE SIMULACIÓN

Para obtener la estructura de las proteínas, se utilizó el Protein Data Bank (PDB); en este trabajo, la estructura usada es la villina HP-36, la cual se puede descargar con el código 1VII. Para las simulaciones de dinámica molecular se empleó el campo de fuerza Amber99SB-ILDN, en conjunto con el modelo de agua de tres puntos TIP3P, combinación de campos de fuerza con la que se ha logrado reproducir con mucha exactitud la dinámica molecular de las proteínas¹⁸.

Para los efectos térmicos, se realizaron cuatro simulaciones a diferentes temperaturas: temperatura ambiente (300 K), a temperatura de desnaturización experimental (350 K) y finalmente se empleó un protocolo de altas temperaturas a 450 y 510 K; las simulaciones en presencia de un campo eléctrico estático se realizaron a temperatura ambiente con una intensidad 0.025 V/nm. Para evitar problemas con la carga neta, se realizó la adición de iones para neutralizar la carga del sistema, mientras que, para prevenir que existan colapsos en el sistema debido a distorsiones moleculares o fuerzas muy grandes, se minimizó la energía a lo largo de 50,000 pasos mediante el algoritmo de descenso controlado y aplicando el algoritmo de Verlet; una vez minimizada la energía, se empleó como termostato el algoritmo velocity-rescale, además de que la temperatura del sistema se ajustó con un baño térmico para cada grupo (Proteína y No-Proteína) a 300 K

durante 10 ns; durante la termalización del sistema se restringieron las posiciones de los átomos de la proteína con el algoritmo LINCS. Por otro lado, para las interacciones a distancia se aplicó un radio de corte de 1.0 nm para interacciones de Lennard-Jones, y se empleó el método PME para el cálculo de las interacciones electrostáticas. Terminada la termalización, se simuló cada sistema considerando el número de partículas, la temperatura y la presión constantes (ensamble NPT). Primero se simuló durante 10 ns con posiciones restringidas, limitando el movimiento de los átomos más pesados de la proteína y manteniendo el sistema a 1 bar mediante el algoritmo Parrinello-Rahman. Posteriormente, tomando la configuración final de equilibrio de la etapa previa y removiendo la constrección de las posiciones, se realizó otra simulación del ensamble NPT durante otros 10 ns. En esta etapa, se realizaron simulaciones a 1 bar a temperaturas de 300, 350 y 450 K; en el caso de las simulaciones a temperatura de 510 K, fue necesario implementar el método de recocido simulado, pues esta técnica permite el aumento gradual y controlado de la temperatura. Finalmente, posterior a las simulaciones del ensamble NPT sin la constrección de posiciones, se prosiguió a la producción de los datos de la dinámica molecular durante 100 ns, etapa en la que generan las configuraciones que posteriormente servirán para calcular los observables.

OBSERVABLES

En este trabajo se calcularon la desviación cuadrática media, el radio de giro y la asignación de la estructura secundaria (mediante DSSP) usando GROMACS.

La desviación cuadrática media, RMSD por su traducción en inglés (Root Mean Square Deviation), sirve para monitorear la desviación de la configuración actual respecto a una conformación inicial. Como parte de este proceso, comparamos la desviación de la cadena central de la proteína a cada una de las temperaturas con la cadena central de la estructura inicial, la cual resulta de equilibrar la proteína a presión y temperatura ambiente constantes (NPT):

$$RMSD = \left[\frac{\sum_{i=1}^N w_i (x_i - y_i)^2}{N \sum_{i=1}^N w_i} \right]^{1/2}$$

donde N es el número total de átomos en conformaciones x y en y , y w_i es el factor de peso generalmente igual a la masa de cada átomo.

El radio de giro es un observable que mide la compactibilidad de las proteínas; si una proteína tiene una estructura estable, mantendrá un valor constante a lo largo de toda la trayectoria. Por otro lado, si la proteína sufre variaciones en su estructura, el valor del radio de giro cambiará, aumentando si se trata de desdoblamiento o relajación, o disminuyendo si la proteína se está compactando. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Rg = \left[\frac{(1/N) \sum_{i=1}^N w_i (r_i - r_{cm})^2}{N \sum_{i=1}^N w_i} \right]^{1/2}$$

donde r_{cm} son las coordenadas del centro de masa de la molécula y r_i son las coordenadas de todos los N átomos de la proteína.

La estructura secundaria se calcula directamente con GROMACS, utilizando el programa DSSP (Dictionary of Secondary Structure of Proteins). El DSSP es un programa desarrollado para estandarizar la asignación de estructura secundaria, pero no la predice.

RESULTADOS

Las primeras simulaciones realizadas corresponden a temperatura ambiente. El objetivo de estas simulaciones fue verificar si efectivamente el campo de fuerza empleado logra mantener estable al sistema y no modifica la estructura nativa.

En la figura 2, se muestra la estructura secundaria de la proteína Villina HP-36 en función del tiempo para diferentes valores de temperatura. En el presente trabajo, todos los resultados de estructura secundaria se obtuvieron usando GROMACS con la herramienta DSSP, la cual asigna la estructura secundaria de la proteína en cada paso de tiempo, lo que permite observar los cambios configuracionales. A cada estructura se le asigna un color determinado.

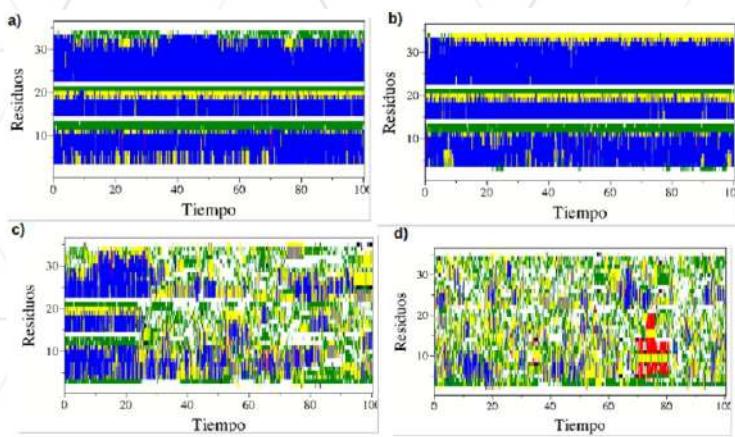


Figura 2.- Estructura secundaria de la proteína Villina HP-36 durante una trayectoria de 100 ns para diferentes valores de la temperatura de simulación: **a)** 300 K, **b)** 350 K, **c)** 450 K y **d)** 510 K. Código de colores: láminas β (rojo), hélices α (azul), puentes β (negro), 5-hélice (morado), 3-hélice (gris), colas (blanco), doblez (verde), giro/vuelta (amarillo).

La visualización de la estructura tridimensional se realizó con VMD (figura 3). Es importante notar que VMD tiene un código de colores y un algoritmo diferente al DSSP; los colores que se emplean en todas las fotos (snapshots) hacen

hacen referencia a los diferentes tipos de estructura presentes en un instante dado. El código de colores en VMD es: láminas β (amarillo), hélice α (Morado), 3-10 hélice (azul), pi-hélice (rojo), puente aislado (café), giro (verde agua), colas (blanco).

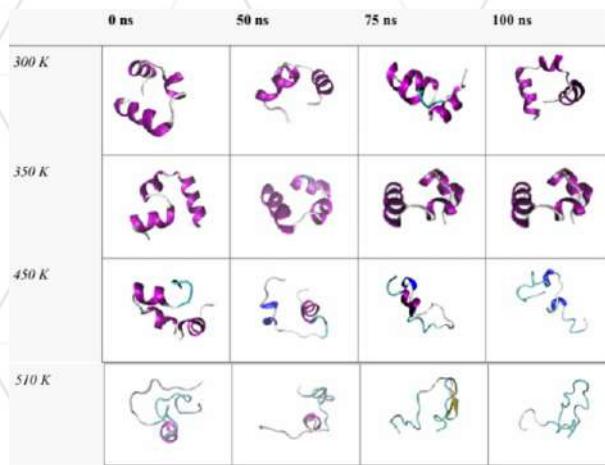


Figura 3. Visualización de la estructura secundaria y terciaria de la proteína Villina HP-36 durante una trayectoria de 100 ns a distintas temperaturas.

La estructura nativa de la Villina HP-36 está conformada por tres hélices α y colas que se intercalan entre las hélices (ver figuras 1 y 3). En la simulación a temperatura ambiente no se observan cambios significativos en la estructura secundaria a lo largo del tiempo, y aunque existen algunos cambios estructurales en la proteína, esta tiende a regresar al estado nativo (figuras 2a y 3).

Para la temperatura de desnaturación experimental, no hay cambios significativos en la estructura secundaria (figura 2b). En esta figura, se puede observar que, a partir de los 10 ns, hay un cambio en la estructura de los últimos residuos, pasando de estructuras de dobleces y colas a giros, y aunque estos

cambios se mantienen durante el resto la simulación, son mínimos, y no están asociados con una desnaturalización de la proteína.

A partir de la temperatura de 450 K se empieza a notar pérdida de estructura secundaria, ya que las hélices α se degradan formando otros tipos de hélice y se pierden casi por completo al final de la simulación (figura 2c); cambios de estructura local que afectan la estructura terciaria de la proteína; este cambio de estructura secundaria y terciaria se puede asociar con una desnaturalización parcial de la HP-36. Por otro lado, a 510 K se aprecia que las hélices α son menos frecuentes durante todo el tiempo de simulación y casi inexistentes (figura 2d). Además, se logra observar la formación de láminas β por tiempos prolongados; este tipo de estructura secundaria no forma parte de la estructura nativa de la proteína. Al final de la simulación se obtiene una estructura conformada casi por completo por colas y giros, habiendo perdido total de las estructuras secundaria y terciaria.

RMSD Y RADIO DE GIRO

A temperatura ambiente, el valor del RMSD se mantiene relativamente constante (línea negra, figura 4a) y con un valor promedio de ≈ 0.1 nm (figura 4b), el cual es muy similar al obtenido en el trabajo de simulación de Ghosh et. al.¹⁰. En lo que respecta al radio de giro (figura 4c), no tiene cambios considerables, oscilando alrededor de un valor promedio de aproximadamente 0.94 nm (figura 4d), por lo que se podría afirmar que la proteína mantiene su estructura nativa sin que exista despliegamiento. Por su

Ghosh *et. al.*¹⁰, en sus simulaciones en agua pura, obtuvieron un radio de giro con un valor aproximado de 0.95 nm, valor muy similar al de este trabajo.

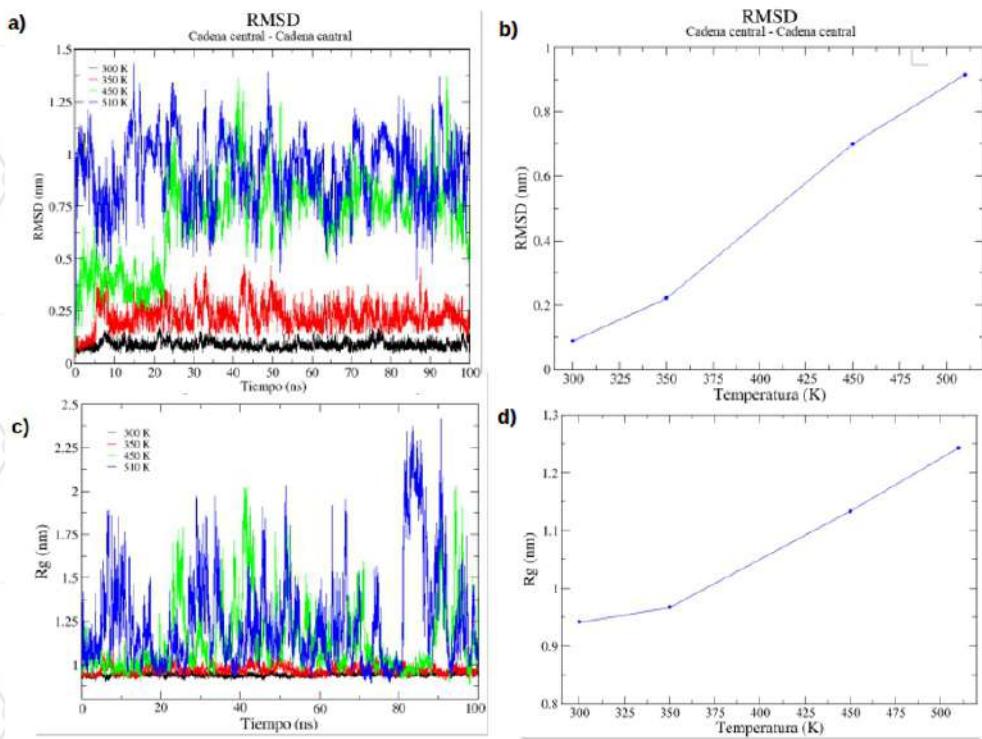


Figura 4.- Cálculo del RMSD y del radio de giro de la proteína Villina HP-36 a diferentes temperaturas de simulación: **a)** RMSD en función del tiempo. Cadena central-Cadena central **b)** Valores promedio del RMSD a lo largo de toda la trayectoria para cada temperatura. **c)** Radio de giro en función del tiempo. **d)** Valores promedio del radio de giro de para cada temperatura.

A la temperatura de desnaturación experimental no se logran observar cambios significativos ni mucha variación en el RMSD ni en la compacidad; la falta de cambios notorios en la estructura nativa a esta temperatura la asociamos principalmente a que el tiempo de la simulación es relativamente corto. Esto se puede corroborar visualmente al observar las estructuras a

temperaturas de 300 y 350 K (figura 3); la estructura de las proteínas a lo largo y al final de la simulación en ambos casos es prácticamente idéntica. De aquí, podemos deducir que la compacidad de la proteína no se ve alterada y, en general la estructura nativa sigue preservándose aún a la temperatura donde en principio debería observarse desnaturización.

A la temperatura de 450 K, casi inmediatamente al comenzar la simulación, se percibe el primer salto tanto en el RMSD como en el radio de giro; sin embargo, es a partir de los 25 ns que se percibe un salto considerable tanto en el RMSD (figura 4a) como en el radio de giro (figura 4c). El RMSD pasa de aproximadamente 0.3 nm hasta 1.10 nm, y la compacidad pasa de aproximadamente 1.0 nm hasta 1.75 nm. Estos cambios en el RMSD y radio de giro concuerdan con lo observado en la figura 2c, donde también alrededor de los 25 ns se empieza a notar una pérdida de estructura secundaria, pues las hélices α se pierden casi por completo.

Debido al considerable aumento en las oscilaciones del RMSD, la proteína ya no regresa a su estado inicial; el valor promedio calculado sobre toda la trayectoria es de aproximadamente 0.7 nm, lo que es un cambio considerable respecto a la estructura nativa (< 0.1 nm), valor que es similar al obtenido por Ghosh et. al, cuando tienen una concentración de etanol de 0.3¹⁰. En cuanto al radio de giro, los valores son muy fluctuantes, llegando a tener un valor máximo de aproximadamente 2.0 nm a los 40 ns, pero también presenta descensos hasta llegar a los valores de la estructura nativa (figura 4c). Ghosh et. al, para una concentración de etanol de 0.3 obtuvieron un valor de radio de giro de aproximadamente 1.27 nm¹⁰, el cual corresponde, según los autores, a un estado que no está completamente desnaturizado. Tomando en cuenta nuestros valores promedio del RMSD y del radio de giro, se puede inferir que la proteína aún no se ha desnaturizado por completo.

En la simulación a temperatura de 510 K, prácticamente desde el inicio se logra observar la pérdida de estructura secundaria (figuras 2d y 3). El aumento en los valores del RMSD son muy drásticos, lo que implica que la proteína se empieza a desviar muy rápidamente de su estructura nativa, es decir, el proceso de despliegamiento empieza casi desde el inicio (figura 4a). A partir de los 25 ns el RMSD, es prácticamente idéntico a la temperatura de 450 K.; el RMSD alcanza valores máximos de aproximadamente 1.4 nm, y tiene un valor promedio aproximado de 0.9 nm, el cual es un valor muy por encima de la estructura inicial, lo que indica un alto grado de desviación respecto a la estructura nativa.

Por otro lado, a 510 K, el radio de giro muestra grandes fluctuaciones y no se mantiene constante (figura 4c), adquiriendo un valor máximo de aproximadamente 2.3 nm, pero también llegando a valores mínimos similares a los de la estructura nativa; se obtuvo un valor promedio de aproximadamente 1.25 nm (figura 4d). El hecho de que el radio de giro presente valores aproximados al de la estructura nativa no necesariamente implica que la proteína oscile entre el estado desnaturalizado y nativo. De hecho, en la figura 2d, se puede observar claramente la pérdida total de estructura secundaria a lo largo de toda la trayectoria. Teniendo en cuenta lo anterior, y contrastando con la figura 3 (último renglón), donde se observa pérdida de estructura secundaria y terciaria, se puede deducir que la proteína ya está desnaturalizada.

CAMPO EXTERNO

En esta sección, se presentan resultados preliminares del efecto de un campo eléctrico sobre la estructura de la proteína bajo estudio. El objetivo era estudiar de manera sistemática la desnaturización debido a un campo eléctrico estático y contrastar dichos resultados con los obtenidos en las simulaciones de desnaturización térmica. Por cuestiones de infraestructura y tiempo, solo exploramos una intensidad de campo eléctrico.

Para realizar las simulaciones con campo eléctrico estático decidimos escoger los valores de intensidad eléctrica en un rango dentro de los parámetros experimentales⁷. El motivo de dicha elección fue, por un lado, poder obtener resultados con un escenario lo más cercano al experimento, y, por otro lado, para asegurarnos que no se presente el fenómeno de ruptura eléctrica del agua. Las simulaciones se realizaron durante 100 ns a temperatura ambiente (300 K), con un campo eléctrico estático de intensidad 0.025 V/nm.

En la figura 5 se muestran los resultados para el RMSD y el radio de giro; la línea negra representa los valores sin presencia del campo eléctrico (0 V/nm), mientras que la línea roja son los resultados en presencia del campo (0.025 V/nm). Se puede observar que, en general, no existen cambios significativos entre las simulaciones a temperatura ambiente respecto a aquellas en presencia de campo eléctrico estático, pues el RMSD y el radio de giro, en presencia del campo eléctrico externo, son prácticamente idénticos a los obtenidos en ausencia de campo; la ausencia de cambios en la estructura nativa se corrobora con el cálculo de la estructura secundaria (figura 5c). El único cambio notable en la estructura secundaria es alrededor de los 50 ns, donde algunos segmentos de la proteína sufren un cambio de estructura, ya que se observa que tanto el RMSD como el radio de giro tienen un ligero aumento. El salto en el RMSD en la proteína villina HP-36, alrededor de los 50 ns,

donde algunos segmentos de la proteína sufren un cambio de estructura, ya que se observa que tanto el RMSD como el radio de giro tienen un ligero aumento. El salto en el RMSD en la proteína villina HP-36, alrededor de los 50 ns, lo asociamos al cambio estructural que ocurre entre los residuos 34 y 35 (figura 5c), donde se observa que los residuos pasan de una estructura de colas a una de giro, con lo cual se presenta una mayor movilidad de los átomos, cambio que se mantiene durante el resto de la simulación, y con ello el valor del RMSD ya no regresa al valor de la estructura nativa. Los tres observables muestran que no existen cambios drásticos en la estructura de la proteína que pudiesen significar que existe desnaturización.

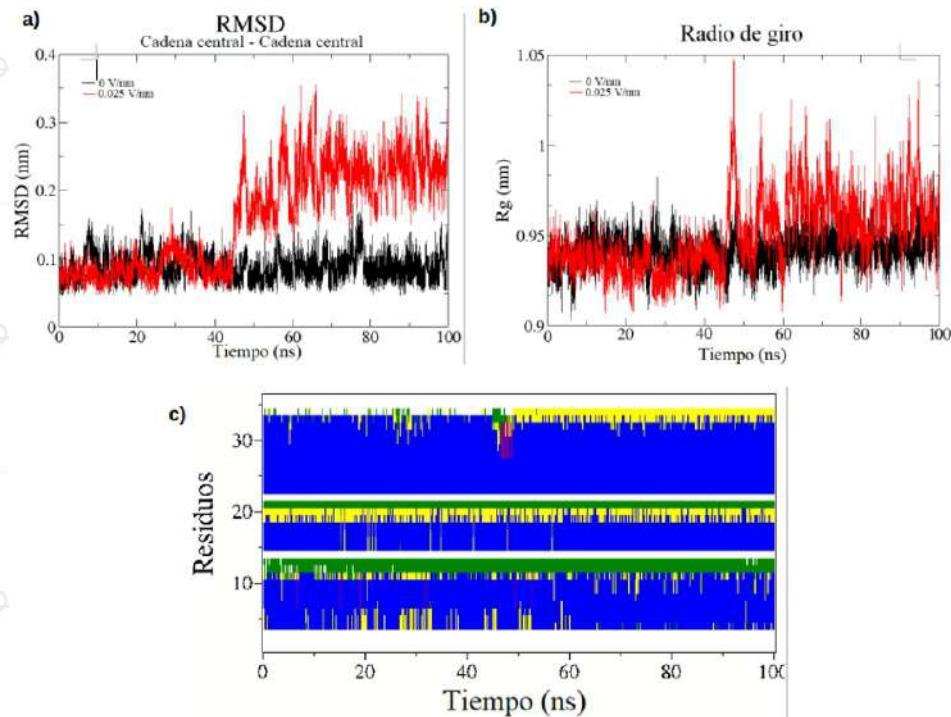


Figura 5.- **a)** Comparación del cálculo de RMSD. **b)** Radio de giro. **c)** Cálculo de estructura secundaria de la proteína HP-36, sin campo eléctrico (negro) y con campo eléctrico (rojo) durante 100 ns.

CONCLUSIONES

Hace aproximadamente 40 años, se realizó la primera simulación mediante dinámica molecular de un sistema de tipo biomolecular, trabajo con el que se inició una de las áreas de investigación que más éxito ha tenido en los últimos años: la simulación computacional de sistemas biomoleculares. La combinación de la metodología de dinámica molecular a nivel atomístico, junto con un software de visualización de biomoléculas, ha dado lugar al denominado “Microscopio Computacional”. En este trabajo utilizamos el microscopio computacional para estudiar el proceso de desnaturización de la proteína HP-36, y se exploraron dos escenarios; en el primero se investigó la desnaturización debido al aumento de temperatura, y en el segundo los efectos sobre la conformación nativa debido a un campo eléctrico externo.

En el caso de la desnaturización térmica, nos queda claro que el protocolo empleado es excelente para estudiar propiedades a temperatura ambiente, pero que aún estamos lejos de alcanzar la desnaturización mediante dinámica molecular atomística, cuando se simula a la temperatura experimental de desnaturización. Para observar la pérdida de estructura nativa debido a efectos térmicos, es imperante utilizar un protocolo de altas temperaturas y con ello forzar el despliegamiento de la proteína.

En el otro escenario, las simulaciones en presencia de un campo eléctrico externo no muestran pérdida significativa de estructura secundaria ni terciaria; suponemos que las razones por las cuales no observamos efectos drásticos en la conformación nativa de la proteína se deben, principalmente, al valor de la intensidad de campo eléctrico y la escala temporal, que, comparada con el experimento, es de muy corta duración. Y es que los tiempos computacionales dependen en gran medida de los recursos de infraestructura, ya que restringe el tiempo que se pueden extender las simulaciones. Además, aumentar la intensidad del campo y la ventana temporal, así como incluir un campo oscilante es trabajo que actualmente está en curso.

BIBLIOGRAFÍA

- G. Karp, "Biología celular y molecular: conceptos y experimentos" (5th ed.), Editorial McGraw-Hill, 2009.
- L. Cardellá Rosales, R. Hernández Fernández, "Bioquímica humana", La Habana, Cuba, Editorial Ciencias Médicas, 2007.
- J. N. de Wit, "Thermal behaviour of bovine b-lactoglobulin at temperatures up to 150 °C. a review", Trends in Food Sci. Technol., Vol. 20, 2009, pp. 27-34.
- S. R. Euston, "Molecular dynamics simulation of the effect of heat on the conformation of bovine b-lactoglobulin: A comparison of conventional and accelerated methods", Food Hydrocolloids, Vol. 30, 2013, pp. 519-530.
- D. A. C. Beck, V. Daggett, "Methods for molecular dynamics simulations of protein folding/unfolding in solution", Methods, Vol. 34, 2004, pp. 112–120.
- R. N. Pereira et. al., "Electric Field Processing: Novel Perspectives on Allergenicity of Milk Proteins", J. Agric. Food Chem., Vol 66, 2018, pp.11227–11233.
- Teresa del Castillo-Santaella, et. al., "Improved digestibility of β -lactoglobulin by pulsed light processing: a dilatational and shear study". Soft Matter, Vol.10, 48, 2014, pp. 9702-9714.
- M.C. Childers, V. Daggett "[Validating Molecular Dynamics Simulations against Experimental Observables in Light of Underlying Conformational Ensembles](#)", J. Phys. Chem. B, Vol.122, 26, 2018, pp. 6673 – 6689.
- P. L. Freddolino; K. Schulten, "Common Structural Transitions in Explicit-Solvent Simulations of Villin Headpiece Folding" Biophys. J. Vol. 97, 2009, pp. 2338–2347.
- R. Ghosh, S. Roy, B. Bagchi, "Solvent Sensitivity of Protein Unfolding: Dynamical Study of Chicken Villin Headpiece Subdomain in Water–Ethanol Binary Mixture", J. Phys. Chem., Vol.117, 49, 2013, pp. 15625-15638.
- S. K. Vanga, A. Singh, V. Raghavan, "Effect of Thermal and Electric Field Treatment on the Conformation of Ara h 6 Peanut Protein Allergen", Innov. Food Sci. Emerg. Technol., Vol. 30, 2014, pp. 79-88.

- R. M. Rodrigues, et. al., "Electric field effects on β -lactoglobulin thermal unfolding as a function of pH – Impact on protein functionality", *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, Vol. 52, 2019, pp.1-7.
- R. O. Dror, et. al., "Biomolecular Simulation: A Computational Microscope for Molecular Biology", *Annu. Rev. Biophys.*, Vol. 41, 2012, pp.429–52.
- M. Karplus, J. McCammon, "Molecular dynamics simulations of biomolecules", *Nat. Struct. Mol. Biol.*, Vol.9, 9, 2002, pp. 646-652.
- J. Meller, "Molecular Dynamics", *Encyclopedia of Life Sciences*, Nature Publishing Group, 2001, pp. 1-8.
- S. Pronk et. al., "GROMACS 4.5: a high-throughput and highly parallel open source molecular simulation toolkit", *Bioinformatics*, Vol. 29 7, 2013, pp. 845–854.
- W. Humphrey, et. al., "VMD - Visual Molecular Dynamics", *J. Mol. Graph.*, Vol.14, 1996, pp. 3-38.
- S. Piana, et. al., "Assessing the accuracy of physical models usedprotein-folding simulations: quantitative evidence from long molecular dynamics Simulations". *Curr Opin Struct Biol.*, Vol. 24, 2014, pp. 98-105.



PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO HORCHATA A BASE DE MALANGA (COLOCASIA ESCULENTA)

Erika Aguilar Acosta
Rosalba Marini Carrasco
Yessica Citlali Nava Fernández
Norma Viveros Zavaleta

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presenta una bebida lista para tomar tipo horchata a base de malanga (*colocasia esculenta*). El desarrollo del proyecto se divide en tres etapas: la primera es la formulación y elaboración de la bebida tipo horchata a base de malanga, leche, saborizantes y endulzantes, la segunda el envasado y etiquetado de la bebida conforme a la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y la tercera y última la caracterización de la bebida por medio de análisis fisicoquímico y bromatológico. Los resultados obtenidos se compararon con la bebida aguas frescas horchata Jumex® y la bebida aguas frescas horchata Maku. La caracterización del agua tipo horchata a base de malanga dio como resultado en las pruebas fisicoquímicas y bromatológicas: Brix 6.3%, pH 6.8, proteínas 1%, azúcares totales 2%, carbohidratos (extracto libre de nitrógeno) 8% y un contenido energético de 160 K cal. En los valores nutrimientales: contenido energético 669.4 KJ por porción de 400 ml, proteínas 4 gr, carbohidratos 32 gr y sodio 0.47 gr. El agua tipo horchata de malanga contiene 45% más de contenido energético que el agua horchata de Jumex® y 75% más que el agua horchata Maku. El contenido de proteína del agua tipo horchata de malanga es más elevado, pero el contenido de grasa, azúcar y carbohidratos es más elevado en el agua de horchata Maku, con respecto al agua Jumex®, además de que el contenido de grasa es mayor, el de carbohidratos es menor y el de azúcares es mayor; por otro lado, el contenido de sodio es superior en el agua tipo horchata. Como conclusión, observamos que el agua lista para tomar tipo horchata a base de malanga puede ser una opción para los deportistas que requieren de energía y alto contenido de proteínas, ya que una hora de ejercicio físico ininterrumpido, el cuerpo pierde mucha agua al transpirar, por lo que requiere una hidratación a base de electrolitos, minerales (sodio y potasio), así como carbohidratos (azúcares) (FAO, 2000).

Palabras claves: Malanga (*colocasia esculenta*), bebida de horchata, caracterización de bebidas.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ha sido una actividad muy empleada por los humanos desde la antigüedad, la cual implica el establecimiento de un sistema de subsistencia humana en el que la producción y el consumo de plantas cultivadas, principalmente las domesticas, son fundamentales (McClung de Tapia, 2013). Dentro del cultivo de diferentes plantas, se puede encontrar un apartado para el cultivo de tubérculos, los cuales forman una fracción importante; en la actualidad, los tubérculos más consumidos por las personas son papa, camote, zanahoria, rábano, ñame, yuca y jengibre (Berkeley, 2015), lo que provoca que exista un mayor cultivo de estos para así poder satisfacer la demanda, dejando atrás a otros tubérculos menos conocidos, como es el caso de la malanga. Lo anterior conlleva a que la producción de la malanga es poco conocida en México, teniendo como consecuencia que los productores busquen mercado fuera del país para su producto, que encuentran en Estados Unidos y Canadá principalmente (Ferral, 2018), por lo que se buscan alternativas para la realización de productos a base de malanga (López, 2018), que sean de gusto y preferencia del consumidor, con atributos que lo hagan único en el mercado, lo cual es una oportunidad para darle valor agregado a la malanga en México, ya que, de lo que se produce, en su mayoría es exportado es exportado (Villa, 2016).

Por lo anterior, con el presente trabajo se busca el reconocimiento de la malanga (*Colocasia esculenta*), pues todavía no es aprovechada completamente dentro de la industria alimentaria, así como en el gusto del pueblo mexicano, que desconoce la variedad de productos que se pueden realizar con ella, ya que es un tubérculo que se puede utilizar para cocinar tanto salado como dulce (Esponda, 2018). Tomando como base la falta de producción de alimentos a base de malanga (valor agregado), se planteó el proceso para la elaboración de una bebida tipo horchata a base de malanga.

(*colocasia esculenta*), proporcionándole un valor agregado al cultivo de la malanga, pero, sobre todo, proporcionar al consumidor una bebida fresca con un sabor innovador y con propiedades nutricionales como otra opción culinaria. Se realizaron diversas pruebas de calidad y caracterización del producto para asegurar al consumidor que la bebida está elaborada de acuerdo a las normas correspondientes en México, por lo cual es un producto de calidad que puede competir con sus similares existentes en el mercado.

TEORÍA

La malanga es una planta alimenticia que pertenece a la familia de las aráceas (ver la planta de malanga en la figura 1), originaria del sudeste de Asia (Montaldo, 1991); es herbácea suculenta, y alcanza una altura de uno a tres metros, sin tallo aéreo (Esponda, 2018). Normalmente la malanga es una planta anual, cuyo ciclo dura alrededor de nueve meses (Martínez et al, 2016), y a pesar de que es una planta tropical, necesita tener una fuente de agua constante, por lo cual sobrevive hasta tres días bajo agua, originando que en algunos lugares se cultive con una fuente de agua permanente. La madurez del cultivo se produce cuando las hojas comienzan a tornarse amarillentas (Montaldo, 1991).

El taro o malanga se encuentra entre los primeros cultivos domesticados por el hombre; su historia puede seguirse hasta las culturas neolíticas más primitivas (Montaldo, 1991). Se puede pensar que su origen pudo haber sido en la India o

en algún otro lugar de Asia, tal vez China o Indochina; sin embargo, fue hasta el siglo XV cuando se inició su cultivo en América y se distribuyó principalmente por las Islas del Caribe. La malanga es una raíz muy apreciada en todos los países de América tropical donde se produce. A la llegada de los conquistadores españoles, representaba ya un alimento de subsistencia, sobre todo desde México hasta Perú y las Antillas (Díaz, 2004).

Figura 1.- Planta de Malanga (colocasia esculenta).
Fuente:<https://www.laprensa.hn/lasultimas24/347997-97/de-maestra-de-escuela-a-exportadora-de-malanga>



Las plantas presentan cantidad de tubos lactíferos que contienen un líquido blanco o amarillento, rico en taninos. Además, todas las partes de la planta son comestibles, pero, como todas las aráceas, contiene oxalato de calcio, lo cual limita el consumo de algunas variedades (Montaldo, 1991), pero puede resolverse asando o cocinando los tallos y sus hojas (Díaz, 2004). A través de la cocción, se produce una reducción de 16 a 78% el nivel de oxalato, 28 a 61% de taninos y 17 a 41% el contenido de fitatos (Muinat et al, 2009); la ebullición permite la ruptura y facilita la fuga del oxalato soluble en agua a través de la cocción (Savage & Dubois, 2006). La irritación y picazón causada por el factor de acritud no puede ser observado cuando el tubérculo está bien cocido (Agwunobi et al, 2000), por lo que la cocción resulta ser una medida eficaz

para reducir los niveles de oxalato. Y es que el ácido oxálico y sus sales pueden tener efectos irreparables sobre la nutrición y la salud, principalmente por la disminución de la absorción de calcio, provocando la formación de cálculos renales (Savage, 2002).

La malanga se enmarca dentro de los productos no tradicionales, cuyo consumo mundial ha tenido un auge importante (aprovechando el interés por parte de sectores crecientes de consumidores). Existen varias regiones en México que cuentan con las condiciones adecuadas para la explotación y cultivo de malanga, lo que lo hace un producto con alto potencial para su implementación en el país, participando activamente en la reconversión de cultivos que lo necesiten. Los países productores de malanga son Nigeria, Ghana y Costa de Marfil. En México, la malanga se cultiva en los estados de Oaxaca, Nayarit, Veracruz y Puebla (Martínez et al, 2016); en la tabla 1 se puede apreciar la producción del estado de Veracruz en 2017. En México, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) registró en el 2017 una producción de 35,190 toneladas en solo dos estados, Nayarit y Veracruz; con 3, 924 y 31, 266 toneladas respectivamente. Si se comparan las cifras anteriores con las registradas de la producción de papa, las cuales son de 1,715,498.72 toneladas en veintiún estados del país (SIAP, 2017), se puede considerar que la malanga tiene una baja producción a nivel nacional, a pesar de ser un tubérculo de fácil cultivo.

Tabla 1. Producción de la malanga en Veracruz (2017).

Distrito	Municipio	Sembrada	Superficie (ha) Cosecha	Siniestrada	Producción	Rendimiento (udm/ha)	Valor de producción (miles de pesos)
La Antigua	Actopan	530.00	380.00	0.00	28,500.00	75.00	121,665.36
La Antigua	Úrsulo Galván	37.00	37.00	0.00	2,516.00	68.00	10,567.20
Veracruz	Cotaxtla	10.00	10.00	0.00	250.00	25.00	1,127.50
	Total	577.00	427.00	0.00	31,266.00	73.22	133,360.06

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2017.

Como se puede observar, la raíz o cormo de la malanga (figura 1) tiene beneficios nutricionales; mientras que en la tabla 2 se muestran los valores nutrimentales de la malanga en fresco, por lo que es ideal para tenerla en una dieta balanceada y equilibrada, como forma de complementar una alimentación mucho más completa y saludable debido a sus vitaminas y minerales, además de ser rica en fibra, por lo que se considera un alimento esencialmente energético (Montaldo, 1991).

Tabla . Valores nutrimentales del cormo de la malanga (colocasia esculenta) sobre una base de peso fresco.

Componente	Contenido
Humedad	63-85%
Carbohidratos (principalmente almidón)	13-29%
Proteína	1.4-3.0%
Grasa	0.16-0.36%
Fibra cruda	0.60-1.18%
Cenizas	0.60-1.3%
Vitamina A	7-9 mg/100 gr
Tiamina	0.18 mg/100 gr
Riboflavina	0.04 mg/100 gr
Niacina	0.9 mg/100 gr

Fuente: Onwueme (1994), citado por (Onwueme, 1999).

Los usos de la malanga en la cocina son muy variados, ya que los cornos se pueden consumir cocidos, hervidos, horneados, fritos, como harina, entre otras opciones, derivado de que se puede utilizar como sustituto de papa, además, como ya se mencionó, se pueden utilizar la hoja como hortaliza (Esponda, 2018); también se pueden preparar sopas, pastas, guisos, dulces, panes, pasteles, galletas y bebidas refrescantes, bebidas calientes y bebidas alcohólicas, todas preparadas a base de malanga.

El agua de horchata es considerada como una bebida refrescante no alcohólica (NOM-218-SSA1-2011), que se puede preparar con diferentes ingredientes, según el país o región donde se consume. A México llegó por la colonización de los españoles, quienes la tomaban por tradición en Valencia, España, quienes, a su vez, tomaron esta costumbre de los árabes, que preparaban esta bebida con un tubérculo llamado chufa (de origen africano), un brebaje endulzado. En Latinoamérica también se consume, aunque los ingredientes varíen; en El Salvador y Nicaragua se prepara con semilla de morro (típica de la región), ajonjolí, canela, cacao y vainilla, en ocasiones leche de coco o ron. El refresco de horchata es un producto nutritivo, tiene un alto contenido calórico, hierro, vitaminas y minerales, (Torres & Zaldaña, 2017). En México encontramos agua de horchata de arroz (González, 2015), avena, coco, morro (Angel & Aguilar, 2017), entre otros sabores, en presentaciones como polvo, líquidas o concentrados.

Una definición de horchata, según CONACYT, (sf) es la mezcla para la bebida de horchata de arroz y horchata de morro; el producto es elaborado con granos de arroz ('oryza sativa'), ajonjolí ('sesamum indicum') y canela ('cinnamomun zeylanicumblume') en combinación con otros ingredientes, obtenida por medio de procedimientos de tostado y molienda en los que se mezclan hasta darle un grado adecuado de finura. En el caso de la mezcla

mezcla para la bebida de horchata de morro, se entiende que es elaborada con granos de morro común ('*crescentia alata*'), arroz ('*oryza sativa*'), ajonjolí ('*sesamum indicum*') y canela ('*cinnamomun zeylanicumblume*') en combinación con otros ingredientes, obtenida por medio de procedimientos de tostado y molienda en los que se mezclan hasta darle un grado adecuado de finura. Según la Real Academia Española (2017), el origen de la palabra horchata, etimológicamente del lat. *hordeāta* ('hecha con cebada'), es una bebida elaborada a base de chufas molidas, que van mezcladas con agua o leche, azúcar y limón.

A continuación, se habla sobre el proceso de elaboración de la horchata, el cual es muy variado pues depende del tipo de materia prima que se utilice para su elaboración. Un proceso de elaboración para la horchata de morro, según Angel & Aguilar, 2017, es: limpieza y selección de materia prima, tostado por 15min a 150-175°C en tambor rotatorio, enfriamiento, mezclado de granos, molienda, mezclado con los ingredientes complementarios, empacado y almacenado. Mientras que el proceso para la horchata de arroz es: granos de arroz remojados en agua que después se muelen y se mezclan con agua endulzada, finalmente se aromatiza con canela, y puede añadirse leche y, ocasionalmente, otros ingredientes. En algunas regiones de México se elabora la horchata de coco, que contiene arroz molido y licuado con leche, canela y azúcar (Larousse, s.f.).

A partir de la estandarización se logra llegar al proceso de caracterización del producto, para establecer las características comunes con las que debe cumplir y marcar los estándares de calidad del mismo. La calidad, según la FAO, 2004, es el conjunto de propiedades y características de un producto, de un proceso o de un servicio que le confieren su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o explícitas; mientras que la inocuidad de los alimentos

es la ausencia o niveles seguros y aceptables de peligros en los alimentos, que pueden dañar la salud de los consumidores (FAO, 2019). Por lo tanto, caracterizar los alimentos es la información que el consumidor tiene derecho a conocer (FAO, 2019) de manera precisa y confiable del alimento que está consumiendo. La NOM-051-SCFI/SSA1-2010 marca que en el etiquetado de los alimentos debe de contener la información nutrimental del producto; el objetivo es lograr una alta protección de los consumidores junto con una adecuada información relativa a la bebida que va a consumir. Otras de las ventajas de la caracterización del alimento es permitir establecer los estándares de calidad que permiten determinar la vida de anaquel y su estandarización del proceso de producción del producto.

Los resultados se expresaron con la media de las réplicas más desviación estándar, y las diferencias estadísticas fueron analizadas mediante análisis ANOVA. El estudio estadístico se realizó mediante excel del paquete office 2016.

PARTE EXPERIMENTAL

El proyecto es de tipo experimental, ya que el objetivo fue diseñar el proceso para la elaboración de una bebida lista para tomar tipo horchata a base de malanga (*colocasia esculenta*). Como variables independientes, contemplamos las diferentes formulaciones para la elaboración del agua tipo horchata, mientras que como variables dependientes tenemos proteína, grasas saturadas, lípidos, carbohidratos (azúcares), fibra, pH, °Brix, cenizas y

y contenido energético. La materia prima utilizada para la elaboración de la bebida fue obtenida de los siguientes lugares: la congregación de Santa Rosa de Lima, municipio de Actopan Veracruz, mientras que la leche, el azúcar y la canela fueron compradas en la ciudad de Xalapa, en una tienda de abarrotes.

El desarrollo del proyecto se dividió en tres etapas; la primera comenzó con la formulación y elaboración de la bebida tipo horchata, a base de malanga, leche, saborizantes y endulzantes, en la segunda se realizó el envasado y etiquetado de la bebida conforme a lo marcado por la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010, y en la tercera se llevó la caracterización de la bebida tipo horchata por medio de análisis fisicoquímico y bromatológico.

A continuación, se describen las actividades realizadas en las diferentes etapas del proyecto.

Etapa 1. Formulación y elaboración de la bebida tipo horchata, a base de malanga, complementada con leche, saborizantes y endulzantes. Se realizaron dos formulaciones que contienen diferentes proporciones de malanga, leche, saborizantes y endulzantes, para posteriormente realizar el agua tipo horchata. Ya elaborada, fueron evaluadas organolépticamente los atributos de color, sabor y textura, mediante un análisis sensorial de tipo afectivo, que al final permitió seleccionar la que resultó de mayor agrado para los panelistas.

Etapa 2. Envasado y etiquetado de la bebida conforme a la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Se envasó la bebida tipo horchata en una botella de cristal, esterilizada a una temperatura de $120 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y una presión de 115 KPa, por 10 minutos. Al pasar el tiempo, se taparon las botellas y se voltearon para hacer el vacío, mientras que el etiquetado se realizó con base en la

NOM-051-SCFI/SSA1-2010, determinando las pruebas bromatológicas que se describen en la siguiente etapa.

Etapa 3. Se caracterizó la bebida tipo horchata por medio de análisis fisicoquímico y bromatológico. Se realizaron las siguientes determinaciones: fisicoquímicas (pH, °Brix, humedad, cenizas), bromatológicas (proteína, grasas saturadas, lípidos, carbohidratos -azúcares-, sodio, fibra y contenido energético), de las cuales, algunas se desarrollaron en los laboratorios del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX) y otras en el Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa S.C. (LATEX), que se encuentra certificado ante EMA. Las pruebas fueron realizadas por triplicado, en las que el pH se determinó por el método de potenciométrico AOAC. Para la determinación de °Brix se utilizó el método adaptado de la AOAC de refractometría, la determinación de humedad y cenizas se realizó con la técnica adaptada 954.01 de la AOAC y calcinación directa 923. 03 AOAC, respectivamente. Las bromatológicas realizadas en LATEX se llevaron a cabo utilizando las técnicas adaptadas de la AOAC y normativa vigente; proteína 954.01, grasas saturadas y lípidos con el método soxhlet, los carbohidratos con el método ácido dinitrosalicílico, azúcares con el método volumétrico de Lane-Eynon, fibra cruda con el método NMX-F-090-S-1978, sodio con el método directo de Mohr, y contenido energético mediante el método Atwater.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de las pruebas fisicoquímicas se analizaron por medio de pruebas paramétricas T de Student, utilizando las mínimas diferencias significativas, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). El análisis de variación se realizó con la paquetería office, en el programa excel 2010.

RESULTADOS

PRUEBAS FISICOQUÍMICAS

En la tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas fisicoquímicas pH y °Brix, donde los valores presentados son los valores medios de las pruebas realizadas por triplicado; el pH es de 6.3

Tabla 3. Resultados de las pruebas fisicoquímicas del agua tipo horchata a base de malanga (colocasia esculenta).

Determinación	Valor promedio
pH	6.3/0.02
°Brix	6.83/ 0.02

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados de la tabla 3, donde se muestran las pruebas fisicoquímicas, se puede resaltar que los °Brix son 6.83% por cada 100ml del agua.

En la tabla 4 se presentan los resultados de las pruebas bromatológicas, las cuales se realizaron en el Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa, S. C. (LATEX). Estos valores fueron utilizados para la determinación de energía, así como para la comparación de los atributos de la bebida con las existentes en el mercado para la diferenciación de sus cualidades.

PRUEBAS BROMATOLÓGICAS

Tabla 4. Resultados de las pruebas bromatológicas del agua tipo horchata a base de malanga (*colocasia esculenta*).

Determinación	Valor promedio	Unidades
Humedad	91.0	%
Cenizas	0.0	%
Fibra cruda	0.0	%
Proteínas	1.0	%
Grasas (extracto etéreo)	0.0	%
Grasas saturadas	0.0	%
Sodio	0.1	%
Carbohidratos (extracto libre de nitrógeno).	0.8	%
Azúcares totales	2.0	%
Contenido energético	160.0	Kcal/100g

Fuente: Elaboración propia, con datos extraídos de los resultados de LATEX.

Los valores calculados en la tabla 4, de las pruebas bromatológicas, fueron esenciales para la estimación y determinación de la tabla nutrimental del producto, según lo marcado por la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 y para consultar la ingesta diaria recomendada marcada en la norma anterior; también pueden ser utilizados para la determinación de los valores de nutrición de las personas que lo consuman. Los resultados se utilizaron para el cálculo del valor nutritivo y calórico del agua tipo horchata a base de malanga (*colocasia esculenta*), y se pueden consultar en la tabla 5, donde se presenta la información nutrimental.

Tabla 5. Información nutrimental para una porción de 400ml del agua tipo horchata a base de malanga (*colocasia esculenta*).

Información nutrimental				
Tamaño de la presentación: 400ml	Tamaño de la porción: 400 ml			
Contenido energético	669.4	kJ	1600	Kcal IDR
Proteínas	4	Gr		5%
Grasa (lípidos)	0	Gr		0%
Grasa saturada	0	Gr		0%
Carbohidratos (hidratos de carbono)	32	Gr		13%
Azúcares	8	Gr		10%
Fibra cruda	0	Gr		0%
Sodio	470	MGr		24

Fuente: Elaboración propia, con datos extraídos de los resultados de LATEX.

De los resultados presentados en la tabla 4, se destacan los valores de azúcares totales (2%) y el contenido energético (160Kcal). Si se comparan estos resultados con lo reportados para las aguas frescas de horchata Jumex® y con el agua fresca Maku, observamos que la marca Jumex® tiene un contenido en carbohidratos menor (24gr) y la marca Maku mayor (46.2gr); sin embargo, el contenido en azúcares es mucho mayor en ambas (21gr y 41.39gr, respectivamente). También se observa que el contenido de proteínas es más alto en el agua de horchata a base de malanga (4gr).

Por otro lado, se comparan los resultados de la tabla 5 (información nutrimental) con los productos aguas frescas de horchata Jumex®, que contiene un 12.5 % de contenido neto con respecto al agua tipo horchata de malanga, y con el agua fresca Maku, que tiene un 25% más que la analizada en este trabajo. En la tabla 6 podemos ver los resultados nutrimentales de las tres aguas frescas mencionadas.

Tabla 6. Comparativo de información nutrimental de las aguas frescas: agua tipo horchata a base de malanga, agua fresca horchata Jumex® y agua fresca horchata Maku.

Comparativo nutrimental de las aguas frescas.			
Componentes	Agua tipo horchata a base de malanga *	Agua fresca horchata Jumex ® **	Agua fresca horchata Maku ***
Contenido de energía	669.4KJ	408KJ	203KJ
Proteínas	4gr	0gr	1.62gr
Grasas (lípidos)	0gr	0gr	1.38gr
Carbohidratos (hidratos de carbono)	32gr	24gr	46.2gr
Azúcares	8gr	21gr	41.39gr
Fibra cruda	0gr	Menos de 1gr	0.11gr
Sodio	0.47gr	0.05gr	0.08gr

Fuente: Elaboración propia.

*Agua tipo horchata a base de malanga (colocasia esculenta).

** Agua fresca tipo horchata Jumex®.

***Agua fresca tipo horchata Maku.

A partir de los resultados de la comparación presentados en la tabla 6, podemos señalar que el agua tipo horchata a base de malanga* contiene 45% más de contenido calórico que el agua fresca de horchata Jumex®** y 75% más que el agua fresca Maku***. El contenido de proteína del agua* es más elevado, pero el contenido de grasa, azúcar y carbohidratos es más elevado en el agua***; por otro lado, el contenido de sodio es superior en el agua*.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que el contenido energético del agua tipo horchata a base de malanga (*colocasia esculenta*) se debe a que la malanga es un tubérculo que posee un alto porcentaje de almidón, lo cual influye el porcentaje de energía, pues es cercano al contenido de energía que se consume en una comida de dieta para personas como jóvenes y adultos, basada en 22000 Kcal en actividad normal, según lo reportado por Rivera et al., 2008. Por su parte, se puede observar que el agua de horchata Maku contiene alta cantidad de azúcar, comparada con el agua tipo horchata de malanga y el agua de horchata marca Jumex®, por lo que es un producto con alto porcentaje de riesgo para la salud, ya que se ha estudiado la relación que tienen las bebidas endulzadas y la diabetes mellitus tipo 2, reportada en *Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana*, Rivera at el., 2008; así como los carbohidratos y grasa que presenta el agua Maku en comparación, se marca el bajo contenido de los mismos en el agua tipo horchata de malanga. Por otra parte, el agua de Jumex® es la que presentó menor porcentaje de sodio, lo cual se debe al proceso de elaboración con aditivos que pueden estar neutralizando el contenido de sodio, mientras que los procesos de las otras dos aguas son semi industrial y artesanal. Por todo lo anterior, podemos concluir que el agua tipo horchata a base de malanga puede ser parte enriquecedora de la dieta de los mexicanos, porque aporta un alto contenido de energía de acuerdo al contenido de carbohidratos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agwunobi, L.N., et al. (2000). Tannia cocoyam tuber (*Xanthosoma sagittifolium*) as a replacement for maize grain in the diets of rabbits. Global Journal of Pure and Applied Science.
- Berkeley, W. (2015). Roots and tubers: Nature's buried treasures. Recuperado de <http://www.berkeleywellness.com/healthy-eating/food/article/roots-andtubers-natures-buried-treasures>
- Campos, V.R. (2015). Diseño del proceso de elaboración de la horchata de ramón (*Brosimum alicastrum* Swastz. Quintana Roo: Instituto Técnologico de la Zona Maya.
- Díaz, R.J. (2004). Descubre los frutos exóticos. Madrid: Norma-Capitel. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=DFI1ZhGk614C&pg=PA71&lpg=PA71&dq=oaxalato+de+calcio+en+la+malanga&source=bl&ots=nJlnxTC8k&sig=Verrg0YJuRIDjqrJz5DeA4PDsc&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwi0_OSYzK_dAhUKh1QKHSNMDZQ4ChDoATAHegQIBxAB#v=onepage&q=f=false
- Esponda, J.J. (2018). Recetario de productos a base de malanga. Tesis de Licenciatura.
- FAO. (2000) Nueva bebida para el deporte: agua de coco. Revista Inicio, Noviembre, recuperado de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9810/spot3.htm>
- FAO. (2004). 24a Conferencia Regional de la FAO para Europa, Montpellier, Francia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/J1875s/J1875s.htm>
- FAO. (2019). Inocuidad alimentaria. Recuperado de <http://www.fao.org/food-safety/es/>
- Ferral, M.E. (2018). Apostarán campesinos a producir malanga. Diario de Xalapa. Recuperado de <https://www.diariodexalapa.com.mx/local/apostaran-campesinos-a-producir-malanga-1828235.html>
- González, V.A. (2015). Agua Fresca de Arroz grandes propiedades terapéuticas. Meenfermoseguido's Blog. Recuperado de <https://meenfermoseguido.wordpress.com/2015/01/19/agua-fresca-de-arroz-grandes-propiedades-terapeuticas/>
- HORWITZ, W. (1997). (Ed.). Official Methods of Analysis. 17 ed. Washington, DC: AOAC.

- Larousse. (s.f.). Diccionario gastronómico. Recuperado de <https://laroussecocina.mx/palabra/horchata/>
- López S. Y., et al. (2018). Análisis competitivo de la actividad productiva de la malanga: un enfoque basado en la teoría de Michael Porter, Vol. 8, Núm. 16, Enero-Junio.
- Martínez, C., Muñozcano, R.M. y Santoyo, J.A. (2016). Experiencias del cultivo de malanga en Sinaloa. 2000 AGRO. Revista Industrial del campo, 96, 14-19. Recuperado de <http://2000agro.com.mx/R/96/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- McClung de Tapia, E. (2013). El origen de la agricultura. Arqueología Mexicana, 120, 36-41. Recuperado de <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/el-origen-de-la-agricultura>
- Montaldo, Á. (1991). Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José: IICA. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=XCBSQplbTNwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Muinat, N.L. et al. (2009) Effect of cooking on the mineral and antinutrient contents of the leaves of seven accessions of *Colocasia esculenta* (L.) Schott growing in South Africa Journal of Food. Journal of Food, Agriculture & Environment, 359-363. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/e606/53a66ac4b5311f3dce49ccb92ddf4f091c.pdf>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.
- NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Real Academia Española (2017). Horchata. Recuperado de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=horchata>

- Rivera J.A. et al. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. Revista Salud Pública Mex Vol. 50 no 2 Cuernavaca mar./ab. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342008000200011
- Savage, G. P. y Dubois, M. (2006). The effect of soaking and cooking on the oxalate content of taro leaves. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 376-381. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/6663756_The_effect_of_soaking_and_cooking_on_the_oxalate_content_of_taro_leaves
- SIAP. (2017). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Torres, M.I.S. (2017). Aguas frescas mexicanas. Recuperado de <https://foodandtravel.mx/aguas-frescas-mexicanas/>
- Villa A. (2016), Mexico debe darle valor agregado a los productos para su exportación, alcalorpolítico.com recuperado de <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/mexico-debe-darle-valor-agregado-a-los-productos-para-su-exportacion-215509.html#.XYbs6C5KjIX>



LA PERTINENCIA DEL FORTALECIMIENTO DEL ESTUDIO DEL DERECHO AMBIENTAL EN MÉXICO

María Eloísa Aguilar Rodríguez



**Instituto de Investigaciones en
Educación Universidad Veracruzana**

RESUMEN

En este trabajo se plasman algunas reflexiones que surgen como resultado del trabajo de tesis titulado *Análisis de las trayectorias formativas de abogados especialistas en Derecho Ambiental en México*, realizado al interior del programa de Maestría en Investigación Educativa, generación 2017-2019, en la línea de investigación Educación Ambiental para la Sustentabilidad, adscrito al Instituto de Investigaciones en Educación de la Universidad Veracruzana y reconocido como PNPC de CONACYT.

En esta investigación se abordaron las trayectorias formativas de abogados especialistas en Derecho Ambiental en México, como una manera de analizar la posición que se le ha otorgado a esta rama del Derecho dentro de las instituciones de educación superior del país, así como los límites y posibilidades de desarrollo del Derecho Ambiental dentro de la formación disciplinar y la práctica profesional.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se divide en cuatro apartados: en el primero se plasman algunas ideas acerca del surgimiento del Derecho Ambiental y el impacto que ha tenido en la construcción de políticas públicas ambientales, en el segundo se realiza una revisión de algunas definiciones acerca del derecho humano al medio ambiente sano, en el tercero se mencionan, de manera muy general, algunas ideas que resultaron de la investigación de las trayectorias formativas de abogados especialistas en este campo de Derecho en México, y, por último, se realizan las conclusiones a partir del análisis de lo expuesto en los apartados anteriores.

PROBLEMÁTICA

El Derecho Ambiental surge como una manera de hacer frente a problemas socio-ambientales, entre otras cuestiones, y su propósito es regular la dominación del ser humano sobre la naturaleza, así como de la industria sobre la explotación de recursos naturales; además de mediar la coexistencia entre seres vivos y no vivos. Asimismo, guarda relación con el derecho humano al medio ambiente sano.

Este derecho humano, a diferencia de otros, se caracteriza por no tener lineamientos que sirvan como modelo para su protección (ONU-DH México, 2012). Por ello, en algunas ocasiones se hace difícil entender las normas en las que está incluido, así como la política pública ambiental, puesto que éstas últimas no siempre se encuentran escritas. En ese sentido, es pertinente hacer una distinción en cuanto a que:

Las políticas públicas son un factor común de la política y de las decisiones del gobierno y de la oposición. Así, la política puede ser analizada como la búsqueda de establecer políticas públicas sobre determinados temas, o de influir en ellas. A su vez, parte fundamental del quehacer del gobierno se refiere al diseño, gestión y evaluación de las políticas públicas (Lahera, 2004, 8).

Lo anterior quiere decir que las políticas públicas también se pueden encontrar en proyectos, acciones públicas y en omisiones por parte del Estado o de las instituciones encargadas de las mismas, y sirven como un marco de referencia para entender la intencionalidad de los temas que son puestos en la agenda pública. Si bien en el estado de Veracruz existen diversas políticas ambientales en las que se menciona el derecho humano al medio ambiente sano, no se ha realizado un análisis en cuanto al respeto y vigencia del mismo, es decir, este derecho estará vigente si las soluciones que se han derivado de su

implementación resultan adecuadas para los conflictos que se suscitan. Al respecto, la doctora Leticia Merino señala que:

Los distintos problemas ambientales y el fracaso de las políticas que han buscado enfrentarlos manifiestan fallas transversales de gestión pública, entre las que destacan: la concentración extrema de capacidades y recursos en algunas instituciones del gobierno federal, la ausencia o insuficiente participación ciudadana, carente de capacidades vinculantes, la insuficiencia o ausencia de información pertinente sobre las condiciones de los sistemas naturales y los impactos de las actividades productivas que los afectan en mayor medida, la sectorialización de la política ambiental y su subordinación y sacrificio frente a la política económica con visión de corto plazo y, finalmente, la marcada desigualdad en la distribución de los beneficios y los costos ambientales en detrimento de los grupos más vulnerables, que se han convertido en fuente de conflictos cada vez más numerosos (entrevista [en línea], 5 de abril de 2018).

Por lo tanto, para investigar el respeto y vigencia del derecho humano al medio ambiente sano, se requiere hacer un análisis más profundo a fin de identificar si existen coyunturas en su fundamentación, desde el punto de vista jurídico y desde las políticas públicas; sin embargo, este ejercicio no se ha realizado, pues identificamos que existe una generalizada falta de interés por temas ambientales entre los profesionistas, que podrían incidir en el fortalecimiento del Derecho Ambiental, y los resultados son afectaciones a otros derechos humanos con los que guardan relación.

ALGUNAS DEFINICIONES DEL DERECHO HUMANO AL MEDIO AMBIENTE SANO

Como mencionamos anteriormente, no existe una definición clara acerca del derecho humano al medio ambiente sano, lo que dificulta su comprensión y estudio, por lo cual, resaltamos la siguiente:

El derecho a un medio ambiente sano es el derecho de toda persona, en igualdad de condiciones, a vivir en un ambiente sano que lo provea de los elementos naturales y artificiales inducidos por el hombre, con el fin de hacer posible su existencia y desarrollo, así como de los demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. Este derecho deberá de ser satisfecho necesariamente mediante el ejercicio del derecho a la participación, a la información y al acceso a la justicia ambiental (Namnum, 2008; apud ONU-DH México, 2012).

Por lo anterior, la ONU-DH México (2012), a falta de un concepto de derecho humano a un medio ambiente sano, realizó una revisión de distintos documentos con el propósito de darle contenido para facilitar su comprensión; en la siguiente tabla se muestran algunas de dichas definiciones:

Tabla 1. Definiciones de derecho a un medio ambiente sano

Documento	Definición
Principio 1 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano.	Es el derecho fundamental de toda persona a la libertad, igualdad y a condiciones de vida satisfactorias, en un medio ambiente cuya calidad le permita vivir con dignidad y bienestar.
Artículo 11 del Protocolo Adicional a la Convención Americana de Derechos Humanos en materia de derechos económicos, sociales y culturales.	El derecho de toda persona a un medio ambiente sano y a contar con los servicios públicos básicos.

Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	El derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.
Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.	El derecho de toda persona al acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones y el acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.
Artículo 1 de la Declaración de Bizkaia sobre el Derecho al Medio Ambiente.	El derecho de toda persona, tanto a título individual como en asociación con otras, a disfrutar de un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El derecho al medio ambiente es un derecho que puede ejercerse ante los poderes públicos y entidades privadas, sea cual sea su estatuto jurídico en virtud del Derecho nacional e internacional. El derecho al medio ambiente se ha de ejercer de forma compatible con los demás derechos humanos, incluidos el derecho al desarrollo. Toda persona tiene derecho al medio ambiente sin ningún tipo de discriminación por motivos de raza, color, sexo, idioma religión, opinión pública o de cualquier otra índole.

Fuente: elaboración propia a partir de ONU-DH México (2012).

Al respecto, el Instituto Veracruzano de las Mujeres de Xalapa (2017) menciona que el derecho humano a un medio ambiente sano implica varias



acciones, tales como recibir capacitación en el manejo adecuado de los recursos naturales para la conservación del medio ambiente (aire no contaminado, agua limpia, alimentos no tóxicos), el uso de tecnología adecuada que no implique peligro para la salud y la vida del planeta, la participación en los planes de ordenamiento territorial con una mirada ecológica, la inclusión de la perspectiva de género en las políticas de desarrollo, y la participación en la toma de decisiones en políticas públicas con aras de aspirar a un medio ambiente sano.

TRAYECTORIAS DE ESPECIALISTAS EN DERECHO AMBIENTAL

A pesar de que durante la investigación se intentaron encontrar otros estudios de caso que nos permitieran tener una visión acerca de estrategias para el desarrollo del Derecho Ambiental en México, al momento en que se concluyó, no logramos identificar otro trabajo con el que se pudieran contrastar los resultados obtenidos.

Lo anterior puede explicarse con los testimonios de los especialistas que participaron, quienes refirieron que, por lo menos en México, el campo del Derecho Ambiental no ha avanzado de forma que vaya a la par con los problemas socioambientales que se han ido desarrollando de manera veloz; por lo tanto, el estudio de esta rama tampoco ha tenido un fuerte impacto en las instituciones de educación superior para que logre ser una materia que tenga un espacio propio dentro de los planes de estudio de derecho.

Como consecuencia, hay escasez de abogados especialistas en el Derecho Ambiental, y los que se asumen como tal, en la mayoría de los casos no



cuentan con la preparación necesaria para poder formar futuros abogados especialistas y para incidir en la toma de decisiones para el fortalecimiento de este campo del Derecho.

CONCLUSIONES

Todos estos esfuerzos por hacer más clara la definición de Derecho Ambiental nos permite hacer más accesible su entendimiento y, a su vez, la vigilancia del mismo. Sin embargo, es notorio el desinterés que muestran los estudiantes de Derecho, así como las instituciones de educación superior para el estudio de esta rama, puesto que las preferencias de especialización siguen encaminadas a la demanda del mercado.

Las consecuencias de la falta de especialistas en Derecho Ambiental se pueden visibilizar haciendo una lectura crítica de las leyes, donde encontramos derechos -tal es el caso del derecho humano al medio ambiente sano- con poco contenido dentro de las normas y, por ende, políticas públicas que difícilmente podrán estar alineadas a los conflictos socio-ambientales más urgentes de resolver en materia de Derecho Ambiental, y los que se asumen como tal en la mayoría de los casos.

BIBLIOGRAFÍA

- M. Aguilar, "Análisis de las trayectorias formativas de abogados especialistas en derecho ambiental en México" (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 2019. Recuperado de: <https://www.uv.mx/iie/files/2019/04/TESIS-DE-MAESTRIA-Maria-Eloisa-Aguilar-Rodriguez.pdf>
- Instituto Veracruzano de las Mujeres, "Los derechos humanos de las mujeres", (2017). Recuperado de:
<http://www.ivermujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/sites/16/2018/02/Cuadernillo-mis-derechos-2017.pdf>
- E. Lahera, "Políticas y políticas públicas, Chile: CEPAL", 2004. Recuperado de
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6085/S047600_es.pdf
- M. Merino, "Los 8 grandes temas ambientales que deben tener en cuenta los candidatos a la Presidencia de México", entrevista [en línea], 5 de abril de 2018. Recuperado de: <https://aristeguinoticias.com/0504/mexico/los-8-grandes-temas-ambientalesque-deben-tener-en-cuenta-los-candidatos-a-la-presidencia-de-mexico/>
- ONU-DH México," Indicadores sobre el derecho a un medio ambiente sano en México", 2012. Recuperado de:
https://hchr.org.mx/images/doc_pub/Indicadores_MedioAmbiente.pdf

MONITOREO DE SENSORES AMBIENTALES INTELIGENTES EN ESCUELAS DE NIVEL BÁSICO EN ZONA URBANAS

Janeth Jiménez Gómez

Karla Alejandra Jiménez Martínez

Ali Pérez Gómez

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos**



RESUMEN

La conectividad, la tecnología de sensores, las ciudades inteligentes (smart cities) y el internet de las cosas (IoT) están ayudando a crear un mundo más ecológico, los sensores están más sofisticados que nunca y ahora el monitoreo de estos sensores puede ser transmitido a diversos usuarios con mayor facilidad.

Esto es posible a través de una serie de sensores sincronizados lo más reales posibles, ya que permiten tomar decisiones sobre el manejo de residuos sólidos en escuelas del nivel básico en zonas urbanas, en conjunto con un modelo de diseño de experimentos y la interacción a través de dispositivos IoT, agilizando la medición y predicción de variables en niveles peligrosos que pueden ser dañinos al medio ambiente en grandes cantidades.

La industria de residuos municipales tiene cuatro componentes: reciclado, composting (procesamiento de materiales orgánicos para reutilización), desechado y conversión de residuos en energía a través de incineración.¹

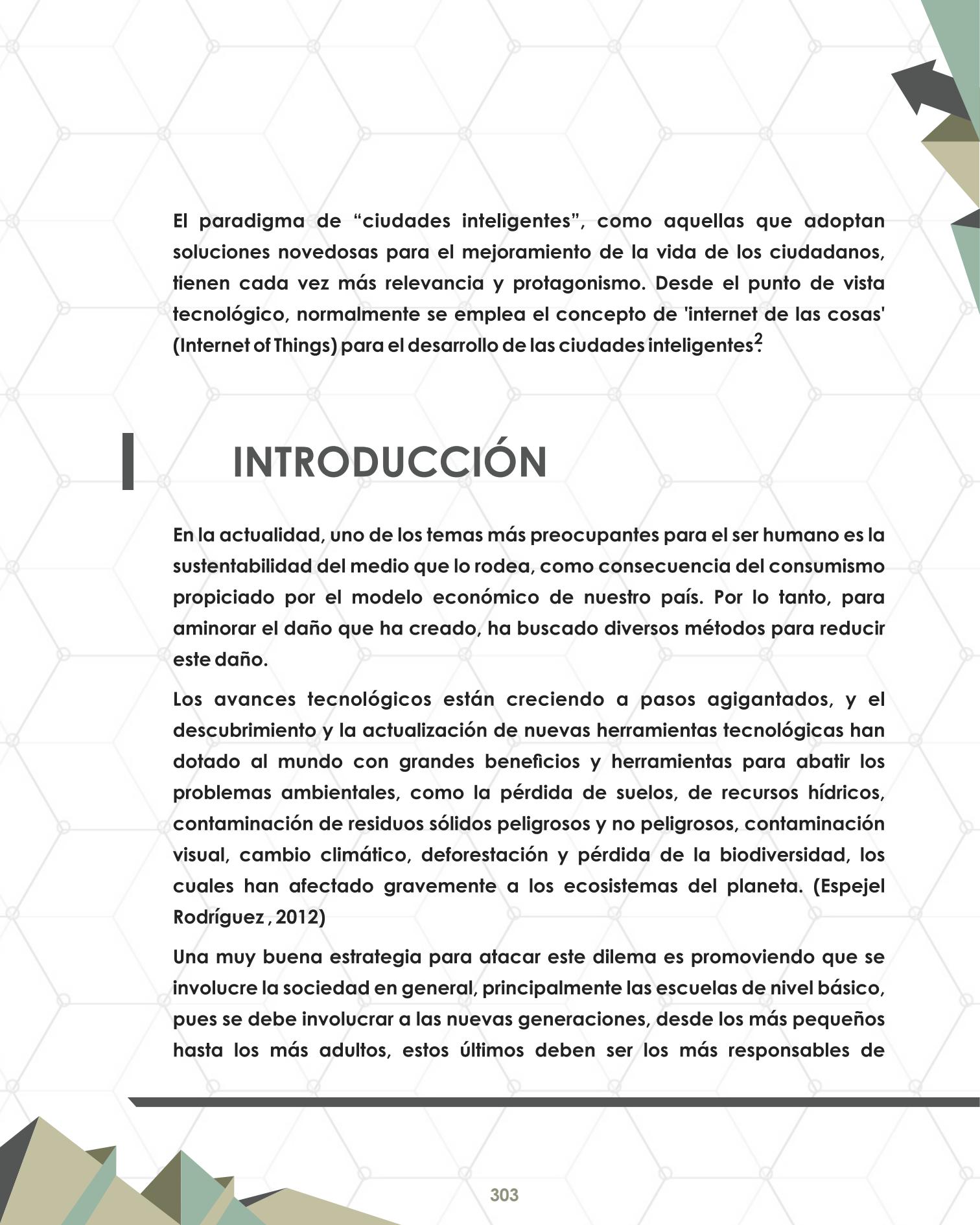
Los resultados de los análisis en la lectura de los sensores, implementados en los dispositivos inteligentes para la toma de decisiones sobre el manejo adecuado de residuos sólidos en las instituciones de educación básica, mediante el sistema IoT e interacciones humano-computadora, permitieron mostrar ventajas y desventajas a los niños de los alcances que puede provocar una simple clasificación de basura, así como también incentivar desde pequeños un mejor uso adecuado de los residuos sólidos.

Las mejoras analizadas en apoyo con algoritmos machine learning (aprendizaje automático) nos permiten la optimización del tiempo de respuesta y la predicción a futuro del grado de consumo que genera cada institución de educación básica, así como crear mejores protocolos de reciclado en ambientes sociales.

¹Ricatti, A. (2017). Optimización de recolección de residuos con IoT (Bachelor's thesis).

Mercado, G., Álvarez, L., Bocaccini, L., Ledda, M., Membrives, J., Muros, M., ... & Favaro, G. (2017, August).

Diagnóstico y Metodología para la Implementación Internet of Things" en el Planeamiento y Desarrollo de Ciudades Inteligentes. In XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires).



El paradigma de “ciudades inteligentes”, como aquellas que adoptan soluciones novedosas para el mejoramiento de la vida de los ciudadanos, tienen cada vez más relevancia y protagonismo. Desde el punto de vista tecnológico, normalmente se emplea el concepto de 'internet de las cosas' (Internet of Things) para el desarrollo de las ciudades inteligentes.²

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los temas más preocupantes para el ser humano es la sustentabilidad del medio que lo rodea, como consecuencia del consumismo propiciado por el modelo económico de nuestro país. Por lo tanto, para aminorar el daño que ha creado, ha buscado diversos métodos para reducir este daño.

Los avances tecnológicos están creciendo a pasos agigantados, y el descubrimiento y la actualización de nuevas herramientas tecnológicas han dotado al mundo con grandes beneficios y herramientas para abatir los problemas ambientales, como la pérdida de suelos, de recursos hídricos, contaminación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, contaminación visual, cambio climático, deforestación y pérdida de la biodiversidad, los cuales han afectado gravemente a los ecosistemas del planeta. (Espejel Rodríguez, 2012)

Una muy buena estrategia para atacar este dilema es promoviendo que se involucre la sociedad en general, principalmente las escuelas de nivel básico, pues se debe involucrar a las nuevas generaciones, desde los más pequeños hasta los más adultos, estos últimos deben ser los más responsables de

promover la sustentabilidad del medio ambiente; esto puede ser posible con la ayuda de las tecnologías que hoy en día existen y que buscan el bienestar de la población mundial.

De acuerdo con Navarro y Garrido (2006), los educandos deben vivir experiencias significativas, mitigando en forma grupal o individual problemas ambientales de su escuela o comunidad, porque la educación ambiental requiere un cambio en las conductas y valores de la población con respecto del medio que los rodea. De esta manera, se entiende que impartir educación ambiental desde una edad temprana provoca que los infantes tomen conciencia sobre la importancia de la sustentabilidad del medio ambiente. Además, así como en las industrias se toman en cuenta las condiciones laborales, también es de vital importancia que no solo se fomente este tipo de conocimiento, sino que se aplique, con el fin de que tanto los estudiantes como los docentes puedan ver el cambio que se genera cuando se cambia su entorno por uno mejor. La calidad interna del aire, ventilación y confort térmico, iluminación, acústica y el tamaño de la escuela y de las aulas son algunos de los atributos espaciales que pueden incidir sobre el rendimiento de alumnos y profesores, tal como apunta Mark Schneider, del Centro Nacional de Estadísticas Educativas estadounidense. Su trabajo de investigación ¿Afectan los espacios educativos a los resultados académicos? concluye que "es necesario aire limpio, buena iluminación y un ambiente de aprendizaje tranquilo, cómodo y seguro". concluye que "es necesario aire limpio, buena iluminación y un ambiente de aprendizaje tranquilo, cómodo y seguro". las cosas (IoT), sensores inteligentes y ciudades inteligentes (smart cities).

Desde su aparición en los años noventa del siglo pasado, el concepto 'smart cities' ha estado fuertemente marcado por la tecnología como el elemento clave para abordar los grandes retos que preocupaban a las ciudades

contemporáneas: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático. Entre los beneficios de su implementación, cabe destacar que permiten analizar el funcionamiento de la ciudad gracias a una ingente cantidad de información generada en tiempo real por sensores o por los mismos ciudadanos, mejora la calidad de vida de los ciudadanos al prestar nuevos servicios más alineados con las necesidades y preferencias personalizadas de la demanda. (Fernández Güelle, 2015).

El 'internet de las cosas' (IoT), también llamado 'internet de todo' o 'internet industrial', es un nuevo paradigma tecnológico concebido como una red global de máquinas y dispositivos capaces de interactuar entre sí. El IoT es reconocido como una de las áreas más importantes de la tecnología futura y está recibiendo una gran atención de una amplia gama de industrias. Los continuos avances en materia de hardware y redes inalámbricas nos han situado a las puertas de una nueva era en la que pequeños dispositivos inalámbricos nos proporcionarán acceso a la información en cualquier momento y en cualquier lugar (computación ubicua). Asimismo, dichos dispositivos participarán activamente en la creación de los llamados ambientes inteligentes, en los que las redes inalámbricas de sensores inteligentes jugarán un papel fundamental para la percepción, captación y distribución de la información obtenida a partir de un fenómeno ambiental, siendo este un gran parte aguas a las ciudades inteligentes.

Los continuos avances tecnológicos en materia de hardware y software son un gran parte aguas para el desarrollo de este proyecto, con el que se busca generar conciencia en cuanto a la problemática ambiental que actualmente enfrenta la humanidad. Y esto se planea lograr con la concientización y educación ambiental en las nuevas generaciones, principalmente en el sector de educación básica en zonas urbanas, todo esto con ayuda de las

³ Kyoochun lee (2015). Business Horizons

⁴ Héctor Ramos Morillo, Francisco Maciá Pérez, Diego Marcos Jorquera (2012), Redes Inalámbricas de Sensores Inteligentes. Aplicación a la Monitorización de Variables Fisiológicas

uso de los residuos sólidos. El análisis de toda esta información fue desarrollado mediante la plataforma Firebase, en la que toda la información recabada era adquirida en tiempo real.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo del trabajo, se tomó como población a todas las escuelas de nivel básico de Coatzacoalcos, Veracruz, es decir, primarias y secundarias urbanas. En el caso de las primarias, en Coatzacoalcos se cuentan con 138 escuelas. En la tabla 1 se muestra el resumen de datos del municipio para este rubro.

Tabla 1. Se encuentran señalados con rojo las escuelas de nivel básico en Coatzacoalcos

Nivel educativo	Escuelas	Docentes	Grupos	Alumnos		
				Hombres	Mujeres	Total
Total	478	5,222	3,363	49,849	48,128	97,977
Educación inicial	11	37	57	382	365	747
Educación especial	11	77	15	623	427	1,050
Preescolar	138	497	547	4,549	4,546	9,095
Primaria	172	1,397	1,460	17,325	16,434	33,759
Secundaria	56	929	494	8,322	8,033	16,355
Profesional técnico	0	0	0	0	0	0
Bachillerato	49	840	414	5,658	5,890	11,548
Técnico superior universitario	0	13	0	25	75	100
Normal	2	35	0	21	172	193
Licenciatura Univ. y Tec.	15	1,201	0	9,066	8,481	17,547
Posgrado Univ. y Tec.	1	65	0	362	499	861
Educación para adultos	1	4	0	29	24	53
Formación para el trabajo a/ ^a	22	127	376	3,487	3,182	6,669

a/Fin de cursos.

Fuente: Secretaría de Educación de Veracruz. Anuario Estadístico. 2014-2015

La integración de tecnologías IoT, sensores inteligentes y ciudades inteligentes se realiza con anterioridad, orientado al sector educativo de nivel básico en Coatzacoalcos, Veracruz. Uno de los indicadores ideales para el estudio fue la generación de residuos sólidos no peligrosos dentro de una escuela.

Según la SEMARNAT, los residuos sólidos urbanos⁵(RSU) son los que se generan en las casas-habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p. e., de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques), o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole. Todos los datos censados fueron adquiridos en tiempo real por la Firebase, que es la nueva y mejorada plataforma de desarrollo móvil en la nube de Google. Se trata de una plataforma disponible para diferentes plataformas (Android, iOS, web), la cual representa una alternativa seria a otras opciones para ahorro de tiempo en el desarrollo.(Devlopers 2019) .

En la Firebase, la mayoría del tiempo se tiene en funcionamiento dos cosas: la base de datos en tiempo real y usuarios que acceden a dichos datos por medio de una aplicación (figura 1). Para tener un mejor control en cuanto a los usuarios que tienen acceso a dicha información, generamos niveles de acceso de usuarios en nuestra base de datos.

Figura 1. Aplicación.
Fuente: Imagen propia



⁵ Con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2003), los residuos sólidos municipales (RSM) cambiaron su denominación a la de residuos sólidos urbanos (RSU). En este capítulo se denominarán con este último nombre, incluyendo aquéllos a los que se hace referencia hasta antes de 1997, que fueron generados con base en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, la que establece el método para la determinación de la generación de residuos sólidos municipales (DOF, 1985)

Uno de los grandes beneficios de la Firebase es, hablando exclusivamente de la adquisición de datos, que es lo más exacta posible, con el monitoreo de varios sensores; dicho en otras palabras, es lo más real posible.

Figura 2. Diagrama de la aplicación de las herramientas. Fuente: elaboración propia.



Una vez censada y almacenada la información en Firebase y en nuestra aplicación, entra en funcionamiento el algoritmo de machine learning (aprendizaje automático), que nos permite optimizar el tiempo de respuesta y la predicción a futuro del grado de consumo, a través del historial que genera cada institución de educación básica para crear una estadística inferencial, así como optimizar mejores protocolos de toma de decisiones en el reciclado en ambientes sociales.

Con la mejora que genera el algoritmo de machine learning, procedemos a la toma de decisiones de lo que harán los actuadores, que son aquellos dispositivos cuya función es esperar y ejecutar una acción ordenada por otro dispositivo.

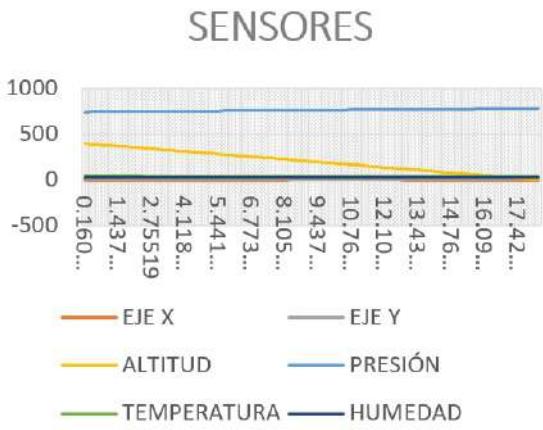


Figura 3. Medición de sensores. Fuente: elaboración propia.

En este caso, el actuador esperará a la respuesta que le ordenará la base de datos, optimizada por el algoritmo antes mencionado. Todo esto en conjunto genera la muy famosa y aclamada inteligencia artificial, que con lleva a la generación de reportes dinámicos que ayuden a las instituciones de educación básica a tener un control óptimo de lo que se genera en la institución y, a su vez, concientizar a los

alumnos mediante la visualización de patrones que son generados por el sistema de monitoreo inteligente, teniendo como primera etapa, y con proyecciones futuras, el concepto de ciudades inteligentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Developers, G. (12 de Enero de 2019). Firebase. Obtenido de Firebase: https://firebase.google.com/?gclid=Cj0KCQjw6cHoBRDdARIsADiTzaXFE0qRY-vf5_U8sunmZTATk1LSDYqfWHzjZlotO09Jz_i07plEaArFuEALw_wcB
- Espejel Rodríguez, A. &. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior, Puebla-Tlaxcala, México. Revista mexicana de investigación educativa, 1173-1199.
- Fernández Güell, J. M. (2015). Ciudades Inteligentes: La mitificación de las nuevas tecnologías como respuesta a los retos de las ciudades contemporáneas. Economía Industrial, pp. 17-28.
- Navarro, R. y. (2006). Construyendo el significado del cuidado ambiental: un estudio de caso en educación secundaria. electrónica iberoamericana sobre calidad eficacia y cambio en educación, 52-70.

DESHIDRATACIÓN DE PIÑA CON ENERGÍA SOLAR COMO ALTERNATIVA EN LA ELABORACIÓN DE UNA BOTANA SALUDABLE

Nathalia Guadalupe Martínez Torija

Jessica Amayrani Cabrera Santiago

Hilda Dolores Díaz Santiago

Yosselin Amishaday López Ríos

Gabriel Hernández Ramírez

**Licenciatura en Nutrición de la
Universidad del Istmo (UNISTMO),**

Centro de Investigación

en Nutrición y Alimentación (CINA).

Carretera Transístmica Juchitán-La Ventosa Km 14,

La Ventosa, Oaxaca, México. C.P. 70102,



RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue elaborar una alternativa de un producto a base de piña, utilizando como metodología la deshidratación con energía solar térmica, en virtud de las condiciones climatológicas de la región; además, se realizó una comparación con deshidratado por un método convencional. Los resultados indican que, después de 12 horas de exposición al sol, el producto tenía un peso de 0.148 Kg, es decir, que se redujo al 16% de su peso con una pérdida de humedad del 84%, una mayor pérdida con respecto al deshidratado por el método convencional, obteniéndose una pérdida de 78% de humedad y observándose grandes cambios en la estructura del tejido vegetal en los dos métodos. En el análisis sensorial, fueron juzgadas mediante una prueba hedónica verbal mediante 30 panelistas, y la aceptabilidad general con respecto al sabor presentó una media entre 5 y 7, resaltando el valor más alto 7 (me gusta mucho) en la muestra deshidratada con energía solar térmica adicionada con chile en polvo.

Palabras clave: Piña, deshidratación, energía solar, humedad, análisis sensorial.

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2018, el estado de Oaxaca aumentó su producción de piña, considerándose el segundo lugar de producción, 139 mil 867 toneladas de piña; sin embargo, México se posiciona en el noveno lugar en producción con la obtención de 999 mil 861 toneladas de dicha fruta, la cual es rica en

vitaminas, ácido fólico, fibra y un delicioso sabor, por lo que su consumo y producción, es uno de los más importantes a nivel mundial¹; sin embargo, la región del istmo durante el año 2015 tuvo una producción de 72.00 toneladas de piña criolla².

La piña tropical (*ananas comosus*) proviene de Sudamérica, concretamente de Brasil, y es el fruto de la planta conocida como ananás; es una fruta rica en azúcares, vitaminas del grupo A, B, C y E, sales minerales y ácidos orgánicos, su ingrediente activo es la Bromelina, una mezcla de 5 enzimas proteolíticas que difieren unas de otras por su capacidad de oxidar y reducir sustratos específicos.

Además, es rica en ácido málico, cítrico y ascórbico, sales minerales de calcio, fósforo y hierro, así como glúcidos como sacarosa, glucosa y levulosa³.

Por otro lado, según la UNICEF, en el año 2015 y en la actualidad, México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y el segundo en adultos debido al alto consumo de alimentos industrializados;⁴ la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT MC) menciona que las prevalencias de sobrepeso y obesidad en niñas es de 20.6% y 12.2%, respectivamente, en el año 2016, mientras que en niños la prevalencia de sobrepeso fue de 15.4%, y la obesidad fue de 18.6%. En cuanto a los adolescentes de entre 12 y 19 años, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue de 36.3%, mientras que los adultos de 20 años, más la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad alcanzó el 72.5%, siendo la prevalencia más alta en las mujeres que en hombres⁵. Sin embargo, la introducción de las botanas industrializadas basadas en frituras, las cantidades elevadas de sal y grasas sin valor nutricional y el fácil acceso a estos alimentos, así como quizá su bajo precio, genera un hábito de alimentación poco favorable para la salud, que tienen como consecuencia estos padecimientos en la población que lo consume.

Asimismo, el gran cambio que ha surgido con la transición nutricional experimentada en el país tiene como características una occidentalización de la dieta, específicamente en el aumento de la disponibilidad a bajo costo de alimentos procesados adicionados con altas cantidades de grasas, azúcar y sal, el aumento en el consumo de comida rápida, la disminución del tiempo disponible para la preparación de alimentos en casa, el aumento de forma importante a la exposición de publicidad y oferta de alimentos industrializados y la disminución importante de la actividad física de la población⁶.

Por ello, la elaboración de una botana alternativa saludable a base de piña, mediante la implementación de energía solar, es una técnica que aprovecha las condiciones climatológicas de la región del Istmo de Tehuantepec, consiguiendo una botana saludable que no pierda sus propiedades nutritivas y naturales.

DESHIDRATACIÓN

La deshidratación es uno de los procesos más antiguos de preservación de frutas; debido a la mínima actividad de agua, los microorganismos no pueden proliferar, y quedan detenidas la mayoría de las reacciones químicas que pueden alterar a las frutas.⁷ El deshidratado, sobre todo en las zonas rurales, es el sistema más efectivo para preservar las frutas; es una técnica tradicional y el equipo puede ser de bajo costo. La calidad de una fruta deshidratada se evalúa por la cantidad de degradaciones físicas y bioquímicas que ocurren en ellas dependiendo de la temperatura, el tiempo de deshidratado y la actividad de agua, lo cual reduce el grado de humedad en la fruta, deteniendo el

crecimiento de microorganismos que son los causantes de que la fruta se deteriore.⁷

La energía del sol se puede utilizar correctamente para beneficio de la salud y para la economía familiar; para ello, se han creado métodos o procedimientos que aseguran un buen proceso a través de aparatos especialmente diseñados.⁷

METODOLOGÍA

Los frutos de piña (*annanas comusus*) fueron recolectados del mercado 2 de noviembre de la heroica ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, misma que presenta una temperatura media anual de 25°C a 35°C, un régimen regular de precipitaciones, con humedad relativa de 73% y con una velocidad promedio del viento de 14 kilómetros por hora. Los frutos se cosecharon en marzo del 2019, se tomaron aleatoriamente en horas tempranas de la mañana por el grupo de trabajo, se transportaron a temperatura ambiente al laboratorio de producción de alimentos. Los experimentos fueron realizados en el Centro de Investigación en Nutrición y Alimentación (CINA) de la Universidad del Istmo Campus Juchitán.

La selección de la piña fue en término medio, y se realizó la desinfección de la fruta y la asepsia de los materiales, equipos y áreas a utilizar. Posterior a esto, se retiró la cascara de la piña y se realizaron cortes delgados en rodajas para

pesar 0.582 Kg utilizando una báscula digital para más precisión, y pasar a su distribución al área de deshidratación solar e iniciar el proceso, colocando el deshidratador al sol, con un horario dividido, (9 am-6 pm y 9 am-12 pm), tiempo (12 h) y temperatura (34-36°C, aproximadamente). Finalmente, transcurridas las horas, se retiró el producto para ser pesado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en la prueba de aceptación fueron analizados estadísticamente utilizando el programa SSPS Statistics® v.19. Se utilizó la prueba de Friedman, en la que se contrasta la hipótesis de que los J promedios comparados son iguales en la población.

RESULTADOS

Los principales resultados de la comparación de las propiedades de la fruta: masa y pérdida de peso por ambos métodos de deshidratación con energía solar (DES) y deshidratación por método convencional (DMC), estudiados en el tiempo que tardan en completarse los mismos, aparecen reflejados en las figuras 1 y 2. En ambos métodos, la masa decrece al aumentar el tiempo del proceso, pero para el caso de la DES, este método atraviesa por una primera etapa donde la temperatura no es muy alta (25 °C aproximadamente) al inicio del proceso, lo cual experimenta una pérdida de masa más lenta que la DMC.

Cuando la masa de la fruta comienza a experimentar una pérdida más rápida es después de las 3 horas de proceso, ya que aumenta la temperatura mayor a 30°C y empieza a aumentar la velocidad del viento, factores que influyen de manera importante en el deshidratado expuesto a la energía solar térmica. Posteriormente, en la etapa de secado por el). Finalmente, transcurridas las horas, se retiró el producto para ser pesado.

método convencional (horno de secado 60°C) se estabiliza el ritmo en el decrecimiento de dicha propiedad, describiendo un pendiente prácticamente constante en las últimas 5 h⁹.

En el caso de la DMC, como se refleja en la figura 1, la masa siempre tiende a disminuir, experimentando la mayor pérdida en el transcurso de las primeras 5 h. del proceso, por lo que es en ese intervalo de tiempo cuando el secado tiene mayor incidencia sobre la fruta, coincidiendo además con resultados por Zapata (8), quien argumenta que en ese intervalo de tiempo es cuando ocurre la mayor pérdida de masa en la fruta deshidratada por este método; posteriormente, la fruta comienza a experimentar una tendencia a mantener su peso constante o prácticamente invariable. En ambos procesos se aprecia una alta dependencia entre la propiedad estudiada y el tiempo con valores de R2 que superan a 0.96.

Respecto a la pérdida de peso para el caso de la DES (figura 2), el comportamiento de dicha propiedad refleja que en las primeras cinco horas la fruta presenta sus valores más significativos, hasta disminuir un 84% de su peso inicial más alto comparado al deshidratado por el método convencional, en el que se observa que disminuyó un 780% de su peso inicial, donde la pérdida de peso se mantiene casi constante. En ambos procesos se manifiesta una alta dependencia entre la propiedad estudiada y el tiempo con valores de R2 que supera el 0.96. Como era de esperarse, el color fue influenciado

negativamente con el aumento de la temperatura de secado.¹⁰

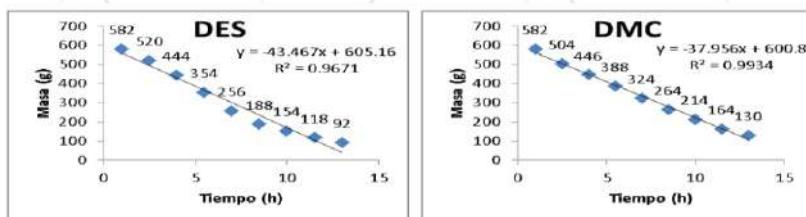


Figura 1. Comportamiento de la masa de la piña (rodajas) durante los procesos de DES y DMC.

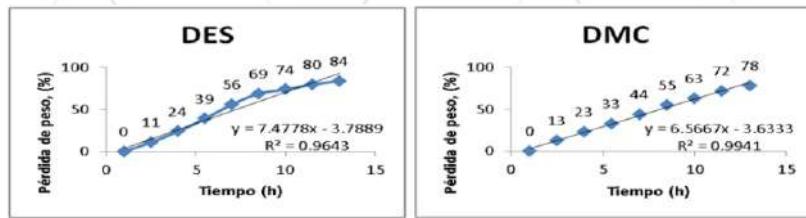


Figura 2. Comportamiento de la pérdida de peso (trozos) durante los procesos de DES y DMC

EVALUACIÓN SENSORIAL

La prueba de aceptación sensorial se realizó utilizando una escala hedónica verbal de 8 puntos, escala con extremos que van desde me disgusta muchísimo (1) a me gusta muchísimo (8), prueba para la que se tomaron panelistas estudiantes de la Universidad del Istmo, campus Juchitán, Oaxaca. Un código de seis dígitos se asignó a las muestras, las cuales fueron evaluadas por cada panelista en orden monádico secuencial. Las pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis sensorial del Centro de Investigación en Nutrición y Alimentación (CINA); se ofrecieron las dos muestras de galletas a cada panelista, y se le proporcionó agua a temperatura ambiente para la

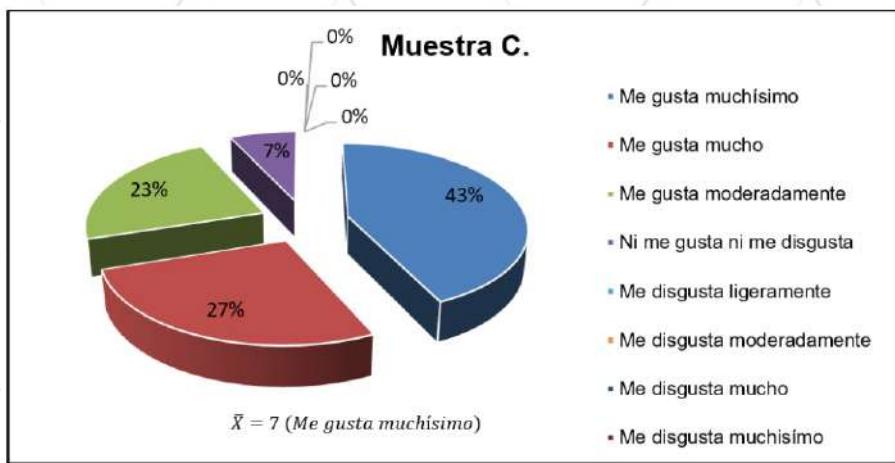


Figura 5. Resultados de aceptabilidad de piña deshidratada mediante energía solar y agregado de chile en polvo.

ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD GENERAL

Para el grado de aceptación de las dos muestras evaluadas sensorialmente en cuanto a sabor, se utilizaron 30 consumidores de la población estudiantil de la Universidad del Istmo, campus Juchitán, Oaxaca. Usando la escala hedónica de ocho puntos, se sintetizan en los rangos promedios determinados a través de la prueba de Friedman (tabla 1); también se presentan los valores de la media y desviación estándar de las calificaciones asignadas por los consumidores.

Se determinaron que no hay diferencias significativas para las muestras en la evaluación de la variable aceptación por sabor, de acuerdo a la aplicación de la prueba de rangos de Friedman al 5%. La aceptabilidad general para las muestras analizadas presentó un promedio entre 5 y 7, resaltando el valor más

7 (me gusta mucho) en la muestra deshidratada con energía solar térmica adicionada con chile en polvo, mientras que el menor promedio correspondió a las muestras A y B con un valor de 'me gusta moderadamente' (cuadro 1). En un análisis más específico del atributo sabor analizado, los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre las muestras A, B y C, esto es ($p=0.006<0.05$).

En cuanto a la evaluación sensorial, el puntaje promedio obtenido en los panelistas estudiantes pone de manifiesto que la botana de piña goza de gran aceptabilidad y, por tanto, su inserción en la dieta, será evidentemente bien recibida por los consumidores. Por otro lado, los panelistas manifestaron que la botana de piña adicionado con polvo en chile mostró el promedio más elevado con valor de 'me gusta mucho'.

El éxito logrado en el diseño del producto se fundamenta en su crocancia y en la equilibrada y acentuada relación dulzor/acidez. El sabor también juega un rol importante en la aceptabilidad de alimentos, pues los compuestos volátiles que forman el sabor se pierden por volatilización, se degradan u oxidan durante procesos térmicos, como la deshidratación con métodos convencionales, donde la temperatura aplicada al proceso es de aproximadamente 60 °C, por lo que la ventaja que ofrece el deshidratado con energía solar es la temperatura aplicada (aproximadamente 35-37 °C), a través de la cual la botana mantiene el sabor característico de la piña. El mejor resultado se obtuvo con trozos de piña deshidratados con energía solar, ya que el producto resultó ligeramente coloreado, crujiente y no duro.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas y prueba de Friedman para el atributo de sabor de tres muestras de botana de piña evaluadas sensorialmente.

Muestra	Estadísticos descriptivos. ¹
	Sabor
A ± DE	6.4 ± 0.8
B ± DE	5.7 ± 1.0
C ± DE	7.0 ± 0.9
Prueba de Friedman	Rango promedio
A	1.62
B	2.03
C	2.35
p<0.05	0.006

¹ Valores promedios obtenidos del análisis sensorial de muestras de dos porcentajes diferentes de harina de cáscara de piñas realizadas por 30 consumidores (evaluadores no entrenados).

CONCLUSIONES

El estudio demostró que a través de la energía renovable se pueden obtener botanas saludables, conservando sus características organolépticas; además, este trabajo sobreestimó el porcentaje de pérdida de humedad en comparación a otros métodos, por lo que podríamos estar por encima de lo esperado debido a los factores influyentes dentro del proceso, aspectos como el tiempo, la temperatura y el clima de la región, aunado a los del alimento, como el tipo y grado de madurez.

Se determinó que la deshidratación mediante energía solar demostró mejores resultados durante la evaluación sensorial; asimismo, el porcentaje obtenido en nuestra investigación, al ser comparado con los estudios de deshidratación y secado por medio de distintos métodos, sigue siendo un porcentaje alto en



cuanto a la pérdida de humedad, lo cual indica ser una característica favorable para la investigación, destacando el valor nutritivo y la importancia de la aplicación conjunta de los parámetros de calidad, empleados como indicadores potenciales del proceso con el objetivo final de obtener frutas deshidratadas de una alta calidad nutricional.

Con todo lo anterior, comprobamos que la energía solar puede ser empleada como una buena fuente de suministro de calor para la deshidratación de productos agrícolas, reduciendo el costo de producción por los gastos de energía eléctrica, lo cual, a su vez, aporta una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero debido al origen de la energía, además de proveer alimentos naturales, fáciles de llevar y de consumir en cualquier momento.

BIBLIOGRAFÍA

- SEDAPA: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuicultura [Internet]. Oaxaca; SEDAPA; 2019. Incrementa Oaxaca producción anual de piña, ocupa 2º lugar nacional.
- INFOSIAP [Internet]. México; Gobierno de México; 2015. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.
- Sandoval Ignacio, Torres Eleazar. Guía técnica del cultivo de la piña. Mag-Centra-Frutales. El Salvador. 2011.
- Torres Felipe, Rojas Agustín. Obesidad y Salud Pública en México: Transformación del patrón hegemónico de oferta-demanda de alimentos. Rev. PROBDESL. 2018; 194(49) 145-169.
- Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino. Informe final de resultados. México; 2016
- Torres Dávila J. González Izquierdo J. J. Barrera Cruz A. Panorama de la Obesidad en México. Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc. 2015; 53(2): 240-249.
- Pérez Valadez L. Martínez Alvarado C. O. Técnicas para el deshidratado de mango. Memoria de capacitación, SAGARPA, Fundación Produce Sinaloa A.C. Sinaloa.
- Zapata, J. L. Carvajal Y N. Ospina: "Efectos de la concentración de solutos y la relación jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas", Universidad Nacional de Colombia, Interciencia, 27(5), 2002
- Cortellino G. Pani P. Torreggiani D. Crispy air-dried pineapple rings: optimization of processing parameters. Procedia Food Science. 2011; 1:1324-1330
- Samano Delgado E. Martínez Flores H. E. Garnica Romo M. G. Aranda Sánchez J. I. Sosa Aguirre C. R. Cortes Penagos C. J. Fernández Muñoz J. L. Optimization of solar dryer for the dehydration of fruits and vegetables. Journal of Food Processing and Preservation. 2013; 37(5):489-495

DESARROLLO Y EVALUACIÓN SENSORIAL DE GALLETAS, CON FIBRA DIETÉTICA ELABORADA A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA

Blanca Rosa Velázquez Vázquez

Arlen Marinthia Sánchez López

María de los Ángeles Ordóñez Jarquín

Roxana del Rosario Figueroa Marcelino

Viviana Carrasquedo López

Gabriel Hernández Ramírez

**Licenciatura en Nutrición de la
Universidad del Istmo (UNISTMO),**

Centro de Investigación
en Nutrición y Alimentación (CINA).

Carretera Transístmica Juchitán-La Ventosa Km 14,
La Ventosa, Oaxaca, México. C.P. 70102,

RESUMEN

El objetivo planteado en esta investigación fue desarrollar y evaluar la aceptabilidad sensorial de una galleta con fibra dietética elaborada a base de harina de cáscara de piña. Se realizó la elaboración de harina de soya y cáscara de piña para la elaboración de la galleta; además, se le realizaron pruebas proximales y un análisis sensorial a la galleta para determinar las propiedades funcionales a la harina de cáscara de piña. Se obtuvieron resultados de las pruebas de cenizas 1.28% y humedad 6.6%; de la prueba de capacidad de hinchamiento 3.20 ml/gr, capacidad de absorción de agua y capacidad de retención de moléculas de agua 7.08 mL/g y 2.44 mL/g, y en la prueba sensorial se observó una aceptabilidad para la galleta con mayor cantidad de harina de cáscara de piña. La harina de cáscara de piña, por sus propiedades funcionales y su contenido de fibra dietética, puede ser recomendada como ingrediente en la elaboración de productos de fabricación como galletas u otros productos de panificación.

Palabras clave: galletas, panificación, funcional, residuo agroindustrial, fibra dietética.

INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos nutritivos y seguros está creciendo en todo el mundo, y una ingesta equilibrada de alimentos es la forma correcta de prevenir o incluso remediar problemas de salud, tales como lo la obesidad, la diabetes y otras enfermedades crónicas no transmisibles, así como

enfermedades que se originan a partir de errores dietéticos¹.

En la población universitaria, se asocia el comportamiento alimentario y estilo de vida con la irregularidad en patrón de comidas, que, unido a un incremento de los requerimientos nutricionales, dificultan el seguimiento de dietas sanas y equilibradas². Frente a este problema, se hace necesario modificar los hábitos alimenticios en las personas, promocionando el aumento de actividad física y alimentación saludable con consumo de frutas, cereales, alimentos con bajo contenido de azúcar y alto aporte de fibra dietética para inducir mayor saciedad^{3,4}.

Actualmente, los consumidores prefieren alimentos en los cuales se perciban propiedades de salud y, al mismo tiempo, convenientes para su fácil consumo, almacenamiento y manipulación. En ese sentido, los productos listos para consumir, como las galletas, son muy apreciadas por esta conveniencia⁵.

Las galletas representan un producto alternativo que podría usarse para introducir nutrientes y compuestos funcionales beneficiosos para la salud en la dieta, pues son productos relacionados con alimentos con propiedades benéficas como son el trigo, avena y soya, además de que, por su versatilidad, se le pueden agregar mermeladas, frutos secos, chocolate, entre otros ingredientes que potencialicen su sabor y presentación. Por lo tanto, es posible obtener este tipo de producto con mayor calidad nutricional y funcional, eligiendo y completando las materias primas y constituyendo una opción de comida con beneficios⁶.

Los residuos agroindustriales a menudo no se aprovechan adecuadamente (los principales destinos de estos residuos orgánicos generados son la alimentación animal o el desecho en vertederos) y plantean un problema importante de eliminación para las partes interesadas. Los desechos de

procesamiento de alimentos son fuentes prometedoras de compuestos valiosos como fibra dietética, antioxidantes, ácidos grasos esenciales, antimicrobianos, minerales, existiendo una gran variedad de materias disponibles (cáscara, semilla, bagazo, frutas y vegetales dañados o con problemas de madurez y calidad).⁷ En consecuencia, se presta mucha atención al uso de subproductos vegetales que no son de uso común por la industria alimentaria y la población. El uso de estos subproductos agrega valor a la producción, además de contribuir a la formulación de nuevos productos alimenticios y minimizar las pérdidas.⁸

Los residuos generados por el sistema de procesamiento de la fruta, como la cáscara, la semilla y el bagazo, se pueden usar en la dieta humana mediante técnicas apropiadas, evitando así el desperdicio de materiales que se pueden utilizar al agregarles valor, y este material puede tener como base algunos sustratos que no tiene ningún valor comercial. Un ejemplo del uso de estas materias primas es utilizar tanto la cáscara y el corazón de piña en formulaciones de barra de cereales, jarabe (utilizado en conservas), vinagre, mermeladas y galletas. Asimismo, los residuos de piña son de interés general, pues presentan altos niveles de fibra dietética soluble e insoluble.^{9,10}

Las técnicas de optimización se pueden aplicar a un producto en desarrollo como intento por encontrar la formulación ideal, o incluso para investigar cómo las variables independientes afectan a una o más variables dependientes. Por lo tanto, la metodología del diseño de mezcla es adecuada para productos alimenticios que requieren una composición o combinación de ingredientes clave, ya que las proporciones de los ingredientes son la mezcla, por lo que sus niveles dependen uno del otro, y la suma de todos los componentes es siempre 1 o 100%.¹¹

Por ello, el objetivo planteado en esta investigación fue desarrollar y evaluar

una galleta con fibra dietética elaborada a base de harina de cáscara de piña.

PARTE EXPERIMENTAL

Los ingredientes para el desarrollo de la galleta son: harina de trigo, huevos, azúcar, leche, mantequilla y polvo para hornear, ingredientes que fueron obtenidos en el supermercado de la ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

OBTENCIÓN DE LA HARINA DE CÁSCARA DE PIÑA

Se elaboró a partir de los residuos de piña variedad golden, obtenida en el mercado de la ciudad de Ixtepec y la ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oax. Para ello, las cáscaras fueron lavadas y desinfectadas en agua con cloro a 20 ppm; posteriormente fueron sometidas a un proceso de escaldado, sumergiéndolas en una olla de acero inoxidable con agua en ebullición (97.5°C) durante dos minutos, para después escurrir y poner a deshidratación en una estufa nova tech a 60°C durante 24 horas. Finalmente, la cáscara deshidratada se molió (licuadora industrial), tamizo y peso.

OBTENCIÓN DE LA HARINA DE SOYA

Se elaboró a partir de semillas de soya, obtenidas en el mercado de Tehuantepec, Oaxaca; se tostaron las semillas en un sartén a fuego lento, se molió (licuadora industrial), tamizó y peso.

ELABORACIÓN DE MERMELADA DE PIÑA CON CHÍA

Se elaboró a partir de la piña variedad golden, obtenida en el mercado de la ciudad de Ixtepec, Oaxaca. Se calcularon y pesaron los diferentes ingredientes a ocupar (piña en trozos, azúcar, agua, chía y pectina), se licuó previamente la piña, se mezcló con el azúcar y el agua, se dejó hervir, después se añadió la chía y pectina, se movió de manera envolvente hasta que se obtuviera una consistencia espesa y se retiró del fuego. Por último, se dejó enfriar y se almacenó en un recipiente de cristal hermético.

ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS

Se calcularon y pesaron las diferentes cantidades de harina de trigo, cáscara de piña y soya, así como los insumos (cuadros 1 y 2); se formó una emulsión integrando la mantequilla, azúcar y huevos, se batió durante 10 min. Después se mezclaron la harina de trigo, cáscara de piña y soya, la leche, y el polvo para hornear, mezcla a la que se le agregó el cremado y se amasó durante 20 minutos hasta obtener una masa suave y homogénea y se dejó reposar por 20 min. Posteriormente se extendió y moldeo con un rodillo, se cortó de acuerdo a

la forma de la galleta, se rellenó con la mermelada, se decoró y barnizó, se horneó en una estufa Coriat a una temperatura de 180°C por 25 minutos. Una vez cocinadas, se dejaron enfriar por 15 minutos a 23°C, se pesaron y se determinó el rendimiento final de la masa, y finalmente se almacenaron en bolsas herméticas.

Cuadro 1. Formulación de la mezcla de harinas para galletas				
Ingredientes	M1		M2	
	Gr	%	Gr	%
Harina de trigo	560	80.45	528	75.86
Harina de soya	104	14.94	104	14.94
Harina de cáscara de piña	32	4.59%	64	9.19
Total	696	99.98	696	99.933

Cuadro 2. Formulación de la mezcla para la elaboración de galletas		
Ingredientes	Gr	%
Mezcla de harinas	696	46.77
Huevos	280	18.81
Azúcar	168	11.29
Leche	16	1.07
Mantequilla	320	21.50
Polvo para hornear	8	0.53
Total	1,488	99.97

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL A LA GALLETA A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA

La humedad se determinó por el método gravimétrico 966.02 de la Association of Official Analytical Chemist (AOAC), y la determinación de cenizas se realizó según el método gravimétrico de la AOAC 923.03.

FUNCIONALIDAD TECNOLÓGICA DE LA FIBRA DE LA HARINA DE CÁSCARA DE PIÑA

CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO

Se pesaron 2 gr de cada muestra en una probeta graduada de 25 ml y se midió el volumen ocupado por las fibras (V_0) (ml); se adicionaron 10 ml de agua destilada y se agitó manualmente durante 5 minutos. Se dejó en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente y se midió el volumen final de las muestras (V_1) (ml)^{12 y 13}.

La capacidad de hinchamiento (ml/gr) se calculó mediante la fórmula 1:

$$CH = \frac{V_1 - V_0}{\text{Peso muestra}}$$

CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

En tubos de centrifuga (Centrifuga Centrificient CRM Globe), se pesaron 0.5 gr de cada muestra (P_0) (gr), se adicionaron 10 ml de agua destilada y se

agitaron manualmente durante 10 minutos; se dejó la muestra durante 24 horas a temperatura ambiente; posteriormente, se centrifugó a 3000 r/min durante 10 minutos, e inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (P_1) (gr).^{12,13}

La capacidad de absorción de agua se calculó mediante la fórmula 2:

$$CAA = \frac{P_1 - P_0}{P_0} * 100$$

CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS

En tubos de centrifuga (Centrifuga Centrificient CRM Globe), se pesaron 0.5 gr de cada muestra (P_0) (g), se adicionaron 10 ml de aceite de girasol comercial, se agitó manualmente durante 10 minutos y se dejó la muestra durante 24 horas a temperatura ambiente; posteriormente, se centrifugó a 3000 r/min durante 10 minutos, e inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (P_1) (g).^{12,13}

La capacidad de adsorción de moléculas orgánicas se calculó mediante la fórmula 3:

$$CAMO = \frac{P_1 - P_0}{\text{Peso muestra}} * 1000$$

ANÁLISIS SENSORIAL

La prueba de aceptación sensorial se realizó utilizando una escala hedónica verbal de 8 puntos, escala con extremos que van desde 'me disgusta

muchísimo' (1) a 'me gusta muchísimo' (8), prueba para la que se tomaron panelistas estudiantes de la Universidad del Istmo, campus Juchitán. Un código de seis dígitos se asignó a las muestras, quienes fueron evaluadas por cada panelista en orden monádico secuencial. Las pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio de análisis sensorial del Centro de Investigación en Nutrición y Alimentación (CINA); se ofrecieron las dos muestras de galletas a cada panelista, y se le proporcionó agua a temperatura ambiente para la limpieza del paladar. El índice de aceptación sensorial se calculó dividiendo el promedio obtenido en la aceptación global y el máximo puntaje de la escala hedónica (8) y el resultado multiplicado por 100.

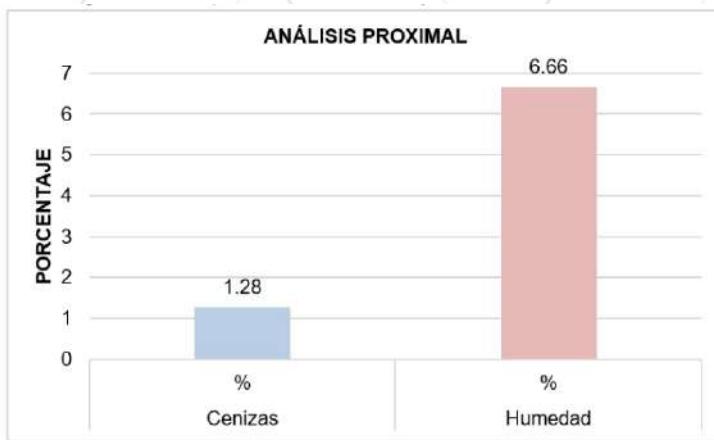
Los datos obtenidos en la prueba de aceptación fueron analizados estadísticamente, utilizando el programa SSPS Statistics® v.19. Con la realización de la prueba de Friedman en esta prueba, se contrasta la hipótesis de que los J promedios comparados son iguales en la población.

RESULTADOS

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA GALLETA A BASE DE CÁSCARA DE PIÑA

Los valores obtenidos de las pruebas son cenizas 1.28% y humedad 6.6% (figura 1). Estos resultados fueron menores a las reportadas por Cedeño y Zambrano en 2014, quienes obtuvieron 4.11% y 9.84% en cenizas y humedad, respectivamente

Figura 1. Análisis proximal de la cáscara de piña.



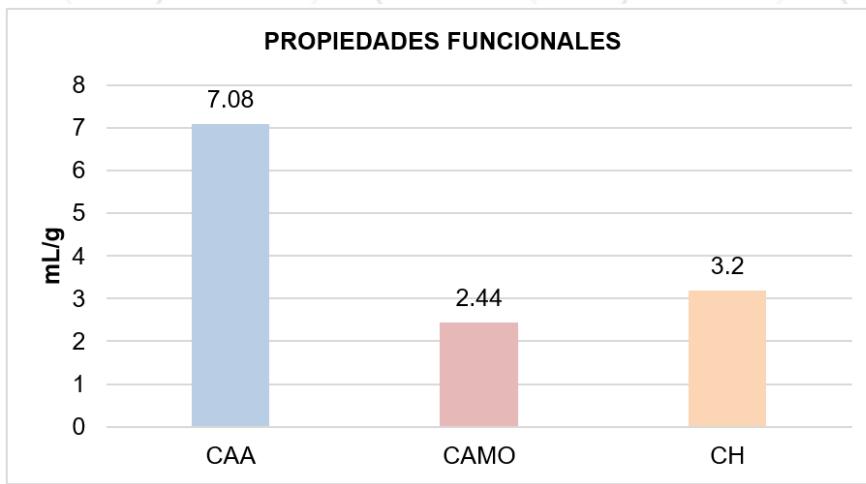
FUNCIONALIDAD TECNOLÓGICA DE LA FIBRA DE LA HARINA DE CÁSCARA DE PIÑA

Los resultados de la prueba de capacidad de hinchamiento (figura 2) demostraron que la muestra de cascara de piña propia de esta investigación obtuvo 3.20 ml/gr, cantidad equivalente a la obtenida por Cedeño y Zambrano en 2014. Otros análisis realizados fueron capacidad de absorción de agua y capacidad de retención de moléculas de agua, con resultados de 7.08 ml/gr y 2.44 ml/gr, respectivamente (figura 2).

En la figura 2 se muestran los resultados de propiedades de funcionalidad, los cuales nos proporcionan información sobre la interacción con el agua, facilitándonos hacer predicciones de procesamiento como formación de masa y su comportamiento con otras matrices alimentarias. En la capacidad de hinchamiento y absorción de agua obtuvieron valores aceptables, lo cual se puede explicar por el contenido de fibra importante en la ganancia de volumen por medio de la alta absorción de agua, debido probablemente a la presencia de azúcares simples y algunos pigmentos hidrosolubles presentes,

propiedades que confieren un efecto de frescura y suavidad en productos horneados. Asimismo, los polisacáridos solubles tienen una gran capacidad hidrofílica por la presencia de restos de azúcares con grupos polares libres¹⁴.

Figura 2. Propiedades funcionales de la cáscara de piña.



ANÁLISIS SENSORIAL

El grado de aceptación de las dos muestras evaluadas sensorialmente en cuanto a sabor por 30 consumidores en la población estudiantil de la Universidad del Istmo, campus Juchitán, usando la escala hedónica de 8 puntos, se sintetiza en los rangos promedios determinados a través de la prueba de Friedman (cuadro 3). También se presentan los valores de la media y desviación estándar de las calificaciones asignadas por los consumidores.

La aceptabilidad general para las muestras analizadas presentó un rango entre 6 y 7, denotándose el valor más alto 6.9 en la muestra con mayor

contenido de harina de cáscara de piña con respecto a la muestra que presenta menor contenido de harina de cáscara de piña (cuadro 3). En un análisis más específico del atributo sabor analizado, los resultados muestran una diferencia significativa entre la muestra A y B, esto es ($p=0.670>0.05$).

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos y prueba de Friedman para el atributo de sabor de dos muestras de galletas a base de cáscaras de piña evaluadas sensorialmente.	
Muestra	Estadísticos descriptivos
	Sabor
A \pm DE	6.6 \pm 1.7
B \pm DE	6.9 \pm 1.0
Prueba de Friedman	Rango promedio
A	1.53
B	1.47
$p<0.05$	0.670

Valores promedio obtenidos del análisis sensorial de muestras de dos porcentajes diferentes de harina de cáscara de piña, realizadas por 30 consumidores (evaluadores no entrenados).

La muestra A presentó un color más claro que la muestra B por tener menor cantidad de harina de cáscara de piña. Un factor importante, como menciona Andrade (2009), es que los clientes están acostumbrados a consumir principalmente galletas de coloración castaño. Por otro lado, en otro estudio indicaron que el color representa el primer factor organoléptico que percibe el degustador, y que es a través de éste que genera un criterio de la calidad del alimento¹. Un producto aceptado será el que presente un aspecto atractivo en este particular parámetro.

La incorporación de ingredientes de subproductos agroindustriales de frutas que contienen carbohidratos y fibra dietética repercuten en su sabor, olor agradable y adecuada consistencia de las galletas, haciéndolas más

aceptadas por los consumidores². El efecto positivo de la mezcla de los dos componentes (harina de cáscara de piña y harina de soya) en la aceptabilidad sensorial puede estar relacionado con el hecho de que las galletas se formulan con una mezcla de varios ingredientes secos y aglutinantes, sugiriendo que la harina o polvos de subproducto agroindustriales pueden ser potenciales ingredientes para ser utilizados en estos productos³.

En los resultados de la presente investigación, se pudo observar que los consumidores demostraron mayor aceptación en la galleta de la muestra B, la cual que presentó la mayor cantidad de harina de cáscara de piña debido a que ésta aporta un agradable aroma intenso a fruta.

CONCLUSIONES

De manera general, podemos decir que la harina de cáscara de piña puede ser recomendada por sus propiedades funcionales y su contenido de fibra dietética como ingrediente en la elaboración de productos de fabricación como galletas u otros productos de panificación. Los resultados preliminares obtenidos en la parte experimental de este estudio contribuirán en la revaloración de un subproducto (cáscara de piña) como ingrediente alimentario, lo que permitirá ofrecer al consumidor productos saludables, funcionales y, sobre todo, sostenibles.

Por otra parte, se contribuirá a que los residuos generados por el sistema de procesamiento de la fruta se puedan usar en la dieta humana mediante técnicas apropiadas, evitando así el desperdicio de materiales que se pueden utilizar para generar otros productos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R.D., Vélez, G.I., Arteaga, M.R., Diaz, Y.S. y Sánchez, S.S. Efecto de la neutralización y adición de edulcorante en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del Arequipe de leche de búfala. VITAE, 16(2), 2009, p. 201-209.
- Resende T., et al. Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich fiber, prepared with flours of acerola residues. Jurnal Food Science Technology 2015; 52(8):5084-5092.
- Oscuvilca E. et al. Hábitos alimentarios y estado nutricional de los estudiantes de las universidades de la región Lima-2015. Big Bang Faustiano 2016; 5(3):18-22.
- Quitrail V. et al. Estudio de aceptabilidad y saciedad de barritas de cereal altas en fibra dietética en escolares de una escuela rural de Chile. Revista Chilena de Nutrición 2016; 43(1): 68-74.
- Peressini D. et al. Impact of soluble dietary fibre on the characteristics of extruded snacks. Food Hydrocolloids. 2015;43: 73-81.
- Ramírez-Jiménez A. et al. Functional properties and sensory value of snack bars added with common yeast flour as a source of bioactive compounds. Food Science & Technology 2018; 89: 674-680.
- Márquez-Villacorta LF. at Pretell-Vásquez CC. Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 2018; 16(2): 67-78.
- Lai W. et al. A review: modified agricultural by- products for the development and fortification of food products and nutraceuticals. Trends in Food Science & Technology 2017; 59:148-160.
- Fritsch C. et al. Processing valorization and application of bio-waste derived compounds from potato, tomato, olive and cereals. A review. Sustainability 2017; 9: 2-46.
- Garcéz de Carvalho M. et al. Formulation and sensory acceptance of cereal-bars made with almonds of chichá, sapucaia and gurguéia nuts. The Open Food Science Journal 2011; 5:26-30.

- Silva V. at Constisilva A. Cereal bars produced with banana peel flour: evaluation of acceptability and sensory profile. *Journal Science Food Agriculture* 2018; 98:134-139.
- Márquez-Villacorta LF. at Pretell-Vásquez CC. Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2018; 16(2):67-78.
- Silva, J., Marques, T., Simão, A., Corrêa, A., Pinheiro, A. and Silva, R. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos* 2014; 34(2): 346-352.
- Gorinstein S, Zachwieja Z, Folta M, Bar ton H, Piotrowicz J, Zemser M, Weisz M, Trakhtenberg S, Martín-Belloso. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apple. *J. Food Chem.* 2001, 49:952-957

USO DE LA CÁSCARA DE CACAO COMO FUENTE POTENCIAL DE FIBRA ANTIOXIDANTE Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN

Diana del Carmen Martínez Méndez
María de la Luz Sánchez Mundo
Selene García Nieves

Instituto Tecnológico Superior de Las
Choapas

Carretera Las Choapas-Cerro de Nanchital, Km 6.0,
col. J. Mario Rosado, Las Choapas, Ver. C.P. 96980
México



RESUMEN

La producción de cacao genera grandes cantidades de residuos; la cáscara de cacao es una buena fuente de fibra dietética, que conserva importantes cantidades de compuestos polifenólicos con actividad antioxidante, que influyen positivamente en la salud cardiovascular de personas que consumen este tipo de compuestos. Este trabajo está basado en un proceso de tecnología e innovación alimentaria para el aprovechamiento de la cáscara del cacao, fabricando una harina para hot-cakes instantánea que tiene la finalidad de la disminución de los índices de obesidad de la población infantil. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química del polvo de cáscara de cacao [1] y su aplicación en una harina para hot-cakes instantáneos en combinaciones de 15%, 20% y 25%, para posteriormente determinar el contenido de compuestos polifenólicos [2], capacidad antioxidante [3] y aceptación sensorial. El polvo de cáscara de cacao presentó $59.15 \pm 0.64\%$ de fibra, $4.59 \pm 0.26\%$ de proteína, 0.378 y 0.12% de grasa. El contenido total de polifenoles fue 171.92 mgEAGg /100 gr con 20.14 μ MTEs/gr. Los hot-cakes sustituidos con un 15% de polvo de cáscara de cacao fueron los más aceptados sensorialmente. El polvo de cáscara de cacao contiene un poco más de 80% de fibra dietética total, con lo que se determina que este subproducto es una alternativa para aumentar el contenido nutrimental de productos de panificación. Los datos nos indican que el polvo de cáscara de cacao presenta una cantidad considerable de compuestos fenólicos, que pueden ser aprovechados tomando en cuenta que se trata de un desecho de procesamiento industrial.

INTRODUCCIÓN

Una amplia variedad de vegetales es altamente apreciada por su potencial terapéutico, atribuido al contenido de componentes bioactivos. En los últimos años, las investigaciones han proporcionado un importante conocimiento de los componentes bioactivos, los cuales se han venido aislando a partir de fuentes vegetales, tales como leguminosas, flores, raíces, hojas, frutos, entre otros, y estudiando su aplicación en la incorporación de los alimentos para desarrollar alimentos funcionales o usarlos como compuestos purificados [4-6]. La bioactividad de los compuestos de origen vegetal en el organismo humano y animal, y está considerada como antioxidante, antihipertensiva, antibacteriana, antitumoral, antiinflamatoria, entre otros. Dos compuestos bioactivos de gran interés en la industria alimentaria son la fibra dietética y los compuestos polifenólicos [4-6].

La fibra dietética, de acuerdo a la AACC [7], es definida como “la parte comestible de las plantas celulares o carbohidratos análogos, son macromoléculas resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano, con una fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas a la planta, y promueve efectos fisiológicos benéficos incluyendo laxación, atenuación del colesterol y de la glucosa en sangre”.

La fibra dietética, de acuerdo a su solubilidad, se divide en soluble (FDS) e insoluble (FDI), con efectos fisiológicos distintos. Así, un alto consumo en fibra insoluble está relacionado con un efecto saciante, regulador del tracto intestinal y preventivo de enfermedades gastrointestinales. En el caso de la fibra soluble, los principales efectos derivados de su consumo son la disminución de la absorción de azúcares, colesterol y triglicéridos, lo cual se traduce en la disminución del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y en un mayor control de los niveles de glucosa en la sangre, y adquiere mayor relevancia en situaciones con diabetes.

TEORÍA

La estructura química de los compuestos fenólicos es especialmente adecuada para ejercer una acción antioxidante, que puede ser como captadores de radicales libres como agentes quelantes de iones metal o mediante la interrupción de cadenas de peroxidación. Por su capacidad de inhibir, activar o proteger enzimas específicas en el organismo, los distintos polifenoles tienen cada uno una acción antioxidante particular; cada polifenol actuará por uno o más de estos mecanismos, según sus propiedades particulares. Los efectos en nutrición y salud de los polifenoles vendrán determinados por su biodisponibilidad, que a su vez es determinada por el tamaño molecular de los compuestos y su solubilidad. Las propiedades de los polifenoles extraíbles son relacionadas a la fracción soluble de la fibra dietética y las de los polifenoles no extraíbles son relacionados a la fracción insoluble [3, 8-9].

Una alternativa para la obtención de estos dos compuestos bioactivos provenientes de la agroindustria (fibra dietética y compuestos fenólicos) es el uso de la cáscara de cacao (mazorca), que además de resolver un problema medioambiental, también resultan importantes en la generación de negocios con los residuos. El cacao (*theobroma cacao*) es uno de los productos agroalimentarios de origen tropical de mayor penetración en el mercado internacional, y en la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco, por lo que la cáscara que cubre a la semilla ha presentado por largo tiempo el inconveniente de la acumulación de biomasa en grandes pilas [4].

Por otro parte, el cacao es reconocido como una importante fuente de antioxidantes debido a su elevado contenido en compuestos fenólicos. Existe gran número de estudios que relacionan este contenido de polifenoles con

propiedades antioxidantes, tanto 'in vivo' como 'in vitro', y la posible relación de esta capacidad antioxidante con la prevención del desarrollo de determinadas patologías, como enfermedades cardiovasculares, cáncer o procesos inflamatorios [10-12].

En la actividad económica del cacao, sólo se utiliza la semilla, la cual representa aproximadamente un 10% del peso del fruto fresco, lo que equivale a una pérdida de 25 mil toneladas anuales de residuos [4]; los desechos de la cáscara han presentado por largo tiempo el inconveniente de acumulación de biomasa en grandes pilas, por lo que es una problemática ambiental. Por otra parte, el cacao es reconocido como una importante fuente de antioxidantes debido a su elevado contenido en compuestos fenólicos, por lo que en este trabajo proponemos obtener una harina de la cáscara de cacao para ser utilizada como aditivo en la panificación, en específico en una harina para hot-cakes con propiedades antioxidantes como alternativa para uso de la cáscara del cacao. Este trabajo está basado en un proceso de tecnología e innovación alimentaria para el aprovechamiento de la cáscara del cacao, fabricando una harina para hot-cakes instantáneos dirigidos la población infantil, como alternativa para reducir los desechos generados. Asimismo, aparte del beneficio ambiental, esta harina contiene altos niveles de fibra dietética, principalmente fibra insoluble, lo que está íntimamente relacionado con un efecto saciante en el organismo, que conllevaría a la disminución de la ingesta de comida chatarra por parte de los infantes y con ello la disminución de los índices de obesidad infantil; aunado a esto, las familias cacaoteras tendrán un ingreso económico extra, mejorando con ello su calidad de vida.

PARTE EXPERIMENTAL

Obtención de la materia prima. Las mazorcas de cacao se adquirieron en la hacienda “La Joya”, del municipio de Cunduacán, Tabasco.

Acondicionamiento de la materia prima. Se seleccionaron las cáscaras de cacao libres de daño, maduras y libres de partículas extrañas; las mazorcas enteras de cacao fueron cortadas a la mitad, y las semillas fueron separadas manualmente y se les retiró el mucílago, mientras que las cáscaras fueron lavadas con agua para remover el residuo del mucílago, las cuales fueron cortadas en pequeñas partes y deshidratadas a 55°C durante 48 horas hasta alcanzar 6% del contenido de humedad. Una vez secas, las cáscaras fueron molidas en un molino comercial (Modelo KRUPS GX4) y tamizadas en una malla 40, y el material final, denominado como polvo de cáscara de cacao fue colocado en un contenedor de vidrio hasta uso posterior.

Obtención del polvo. La muestra de cáscara de cacao se preparó de acuerdo al procedimiento aplicado por Barazarte et al. [4]; posteriormente, se deshidrataron a 55 °C durante 48 horas y se realizó una reducción de partícula empleando un molino hasta una granulometría de 40 mesh. El producto final se colocó en envases cerrados herméticamente y almacenados a temperatura ambiente para su uso posterior.

Elaboración de productos de la harina para hot-cakes. El polvo obtenido de la cáscara de cacao se mezcló con huevo en polvo, leche en polvo y harina de trigo para la obtención de la harina de hot-cakes instantáneos. Los porcentajes de adición del polvo de cáscara de cacao fueron del 15, 20 y 25%.

Análisis químico proximal. El polvo de cáscara de cacao fue sometido a un análisis proximal, y el contenido de humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda y grasa fueron determinados de acuerdo a los métodos estándares de la AOAC [1].

Extracción de compuestos fenólicos. Los compuestos fenólicos fueron extraídos del polvo de cáscara de cacao a partir de 1 gr de muestra y 40 ml de metanol (50% v/V), conteniendo 0.8% de HCl 2N en agitación durante 1 hora a temperatura ambiente. Después de la centrifugación a 3000 rpm a 4 °C durante 10 minutos, se separaron los sobrenadantes y los residuos se trajeron de nuevo con 40 ml de acetona y agua (70:30 v/v), repitiendo la centrifugación y combinando los sobrenadantes con los obtenidos anteriormente [2].

Determinación de compuestos fenólicos. El contenido de fenoles totales fue determinado de acuerdo a adom y col. [3]. Se adicionaron 100 µl de la muestra, 750 µl de bicarbonato de sodio y 750 µl de reactivo folin-ciocalteu, y finalmente se realizó la medición en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 750 nm y se prosiguió a la cuantificación. El contenido de fenoles totales fue expresado como equivalentes de ácido gálico por gramo utilizando ácido gálico como estándar.

Determinación de actividad antioxidante. La actividad antioxidante fue evaluada usando el radical ABTS+ (2,2'-azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico), siguiendo el método modificado descrito por adom y col. [3]. El radical ABTS se generó por la reacción de oxidación de 0.0384 gr de ABTS (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato de amonio) con 0.0066 gr de peroxidisulfato de potasio. Después de 12 horas de reacción, se diluyó el reactivo ABTS concentrado con solución de etanol hasta absorbancia 0.70 ± 0.02, a una longitud de onda de 734 nm. Para la evaluación, se emplearon 10 µl del extracto diluido y 990 µl de la solución del radical ABTS, se tomó la primera lectura y se continuó midiendo hasta el minuto 7, para después proseguir con la cuantificación. La actividad antioxidante de las muestras es expresada en equivalentes de Trolox (TEs) utilizando la curva tipo. Todos los experimentos se llevaron a cabo por triplicado y repetidos dos veces, y los datos reportados son

la media \pm DE.

Determinación de color. En los parámetros de color L, a y b fueron determinados usando equipo Hunter Color Measuring System Ultra Scan Vis (Lanscan, XE, Hunter Lab, Inc., USA). Los parámetros medidos correspondieron al sistema CIE Lab, en el cual L* indica luminosidad (0 corresponde a negro y 100 corresponde a blanco), los valores positivos de a* indican rojo y los negativos, verde y valores positivos de b* indican amarillo, mientras que los negativos indican azul. El promedio de seis valores fue tomado para cada corrida de muestras.

Evaluación sensorial. Para evaluar el grado de aceptación de los productos de panificación, se realizó una prueba afectiva de grado de satisfacción, y se hizo una escala hedónica verbal de nueve puntos. La prueba afectiva de grado de aceptación se llevó a cabo con tres formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución; el panel sensorial estuvo conformado por 50 jueces no entrenados, mientras que las muestras fueron presentadas a los jueces simultáneamente y codificadas con números de tres dígitos y aleatorios.

Análisis estadístico. Todos los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y prueba de medias Tukey ($\alpha = 0.05$), utilizando el software MINITAB 17.

RESULTADOS

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

En la tabla 1 se muestran los resultados de la composición química del polvo de la cáscara de cacao (*theobroma cacao*), en la que se destaca un contenido de fibra de 59.15% siendo el componente mayoritario; este valor es semejante al reportado por Lecumberri y col. [2], que reportan un contenido de 60% de fibra en cáscaras de cacao, mientras que el contenido de grasa en la cáscara de cacao fue menor que los reportados por Yapo y col. [10] y Vriesmann y col. [12], con valores de 22.7 y 1.5%, respectivamente. La diferencia de resultados puede atribuirse a que los compuestos fenólicos varían en contenido de la especie vegetal, grado de madurez y condiciones de cultivo [13].

Tabla 1. Análisis proximal de polvo de cáscara de cacao.

Componente	Contenido (%)
Proteína	4.59 ± 0.26
Grasa	0.378 ± 0.12
Fibra	59.15 ± 0.64
Ceniza	10.27 ± 0.70
Humedad	12.07 ± 0.13

Los valores son el promedio de tres repeticiones ± su desviación estándar. Todos los valores, excepto la humedad, están expresados en base seca (b.s.). (AOAC, 1990).

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Martínez y col. [14] reportaron un mayor contenido de compuestos fenólicos de 206.67gGAE/100 gr y capacidad antioxidante de 24.14 µm TEs/gr en la cáscara

de cacao cv. complejo nacional X trinitario. En el caso de los productos de panificación, se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre cada uno de los productos parcialmente sustituidos con harina de cáscara de cacao y con respecto a control (tabla 2). El incremento de los compuestos fenólicos y capacidad antioxidante se debe a la incorporación de polvo de cáscara de cacao y a las reacciones de Maillard, estas últimas responsables del color en los productos de panificación debido a la formación de melanoidinas, que tienen propiedades antioxidantes [15]. Žilićy col. [16] reportaron resultados similares a los obtenidos en ese aspecto en galletas de harina de maíz azul.

Tabla 2. Cuantificación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante.

	Polifenoles totales mgEAG/gr	ABTS (µm Trolox/gr)
HCC	151.17 ± 0.30	17.71 ± 0.10
Producto de panificación (hot-cakes)		
Control	124.89 ^a ± 0.30	0.57 ^a ± 0.10
15%	138.45 ^b ± 0.50	4.11 ^b ± 0.60
20%	148.82 ^c ± 0.45	5.71 ^c ± 0.30
25%	162.56 ^d ± 0.20	6.12 ^d ± 0.80

Todos los datos son la media ± SD de tres réplicas. Medias seguidas por letras diferentes en la misma columna, difieren significativamente $p \leq 0.05$.

ANÁLISIS SENSORIAL

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, la incorporación del 15% de polvo de cáscara de cacao en la harina para hot-cakes, resultó tener un grado de aceptación similar a los hot-cakes control, encontrándose diferencias significativas con la adición al 20 y 25% de polvo de

cáscara de cacao con respecto al control (tabla 4). El color oscuro presente en los hot-cakes representó una ventaja visual al considerarlos como hot-cakes de sabor chocolate.

Tabla 4. Evaluación sensorial

Muestra	Media ± desviación
Control	1.46 ± 0.89 ^a
H 15%	1.32 ± 0.08 ^a
H.20%	0.56 ± 0.89 ^b
H.25%	0.33 ± 1.02 ^b

Todos los datos son la media ± SD de tres réplicas.
Medias seguidas por letras diferentes en la misma columna
difieren significativamente $p \leq 0.05$.

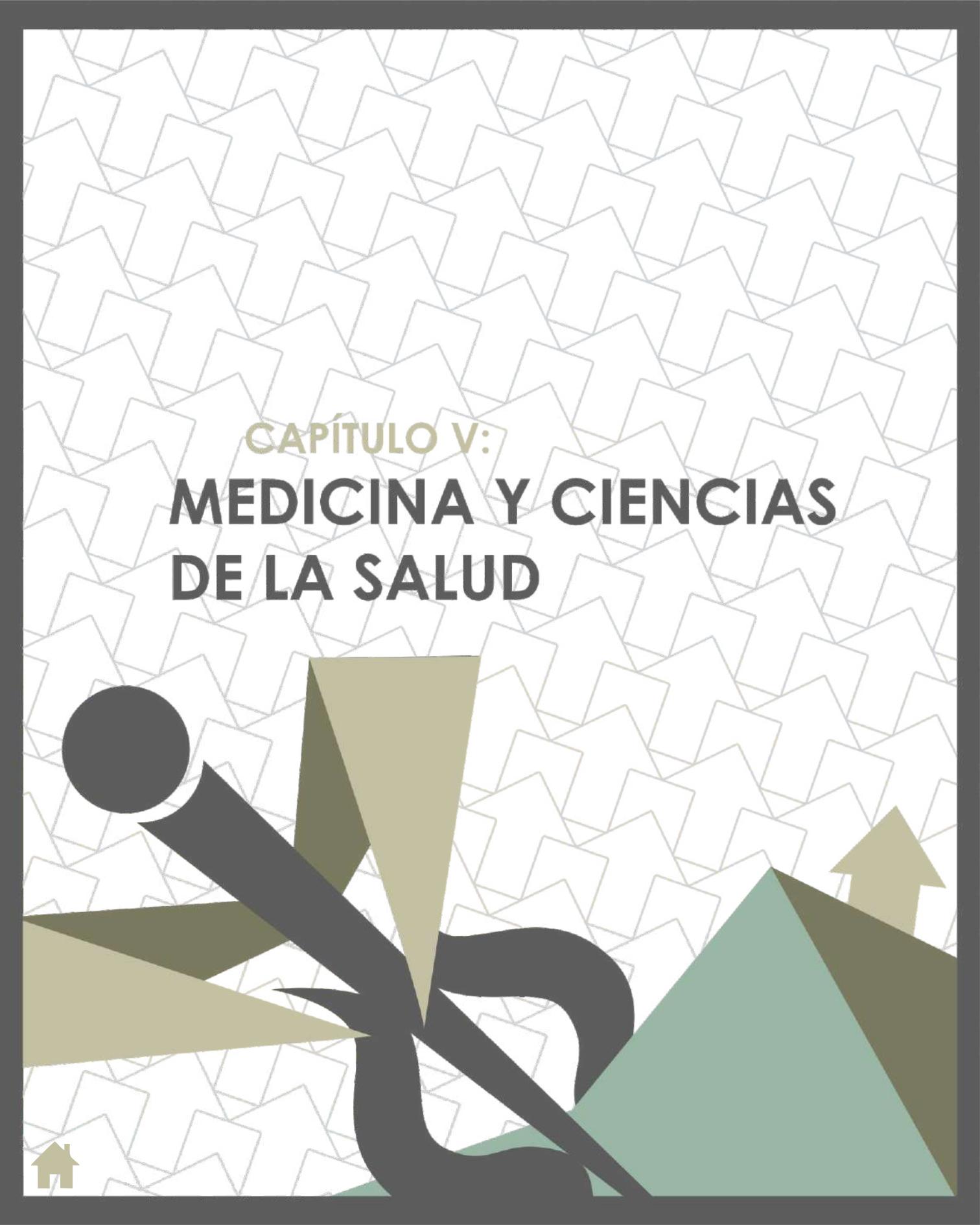
CONCLUSIONES

El polvo de la cáscara de cacao contiene un poco más de 80% de fibra dietética total, con lo que se determina que este subproducto es una alternativa para aumentar el contenido nutrimental de los hot-cakes, así como otro tipo de productos de panificación. La adición del 15% de polvo de cáscara de cacao en los hot-cakes resultó de mayor aceptación sensorial, con apariencia general aceptable por las propiedades bioactivas de tipo antioxidante de $4.11 \pm 0.60 \mu\text{M Trolox/g}$. Los datos nos indican que el polvo de cáscara de cacao presenta una cantidad considerable de compuestos fenólicos, que pueden ser aprovechados tomando en cuenta que se trata de un desecho de procesamiento industrial, por lo que resulta de interés para la industria alimentaria con potencial uso como ingrediente funcional.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. "Official Methods of Analysis". 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1990. (methods 925.10, 923.03, 920.39, 954.01, 962.09, 996.11).
 - E. Lecumberri, R. Mateos, M. Alía, P. Rúperez, L. Goya, M. Izquierdo-Pulido y L. Bravo, "Caracterización de fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación", Nutr Hosp., Vol. 21, 5, 2006, pp. 622-28.
 - K. K. Adom, M. E. Sorrells and R. H. Liu. "Phytochemicals and Antioxidant Activity of Milled Fractions of Different Wheat Varieties", J. Agric. Food Chem 53, 6, 2005, pp. 2297-2306.
 - H. Barazarte, E. Sangronis, y U. Emaldi. "La cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*): una posible fuente comercial de pectinas". Archivos Latinoamericanos de Nutrición., Vol. 58, 1, 2008, pp. 64.
 - M. V. Eberhard, K. Kobira, A.S. Keck, J. A. Juvik and E.H. Jeffery. "Correlation analyses of phytochemical composition, chemical and cellular measures of antioxidant activity of broccoli (*Brassica olearecea L. Var italicica*)", Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 53, 2005, pp. 7421-7431.
 - A. Femenia, A. C. Lefevre, J. Y. Thebaudin, J. A. Robertson ad C. M. Bourgeois, "Physical and Sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber", Journal of Food Science, Vol. 62, 1997, pp. 635-639.
 - American Association of Cereal Chemist. Approved methods of the AACC. 2000. 10 th ed. The Association: St. Paul M.N.
 - B. Harbaum, E. Hubermann, Z. Zhu and K. Schwarz, "Free and bound phenolic compounds in leaves of pak choi (*Brassica campestris L. ssp. Chinesis var. communis*) and Chinese leaf mustard (*Brassica juncea Coss*)", Food Chemistry, Vol. 110, Issue 4, 2008, pp. 838-846.
 - C. Megias, E. Pastor-Cavada, C. Torres-Fuentes, J. Girón-Calle, M. Alaiz, R. Juan, J. Pastor and J. Vioque, "Chelating, antioxidant and antiproliferative activity of *Vicia sativa* polyphenol extracts", Eur. Food Res Technol., 2009, DOI. 10.1007/s00217-009-1178-x.
- B. M Yapo, V. Besson, B. B. Koubala and K. L. Koffi, "Adding value to cacao husks as potential antioxidant dietary fiber source", Am J Food Nutr., Vol. 1, 2013, pp. 36-46.

- H. Sujung, K. Byung-Young, and B. Moo-Yeol, "Physicochemical properties and antioxidant capacity of raw, roasted and puffed cacao beans". *Food Chem.*, Vol. 194, 2016, pp. 1089-1094.
- L. Vriesmann, R. Dias de Mello and C. De Oliveira, "Cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.): Composition and hot-water-soluble pectins", *Ind Crop Prod.*, Vol. 34, 2011, pp. 1173-1181.
- G. Duthie, P.T. Gardner and K. Jam, "Plant polyphenols: are they the new magic bullet?", *Proc. Nutr. Soc.*, Vol. 62, 2003, pp. 599-603.
- R. Martínez, P. Torres, M. A. Meneses, J. G. Figueroa, J. A. Pérez-Álvarez and M. Viuda-Martos, "Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products", *Int. Food Res J.*, Vol. 49, 2012, pp. 39-45.
- C. Delgado-Andrade, "Maillard reaction products: Some consideration on their health", *CCLM*, Vol. 52, 2014, pp. 53-60.
- S. Žilić, K. Tolgahan, J. Vančetovic and V. Gökm̄en, "Effects of baking conditions and dough formulations on phenolic compound stability, antioxidant capacity and color of cookies made from anthocyanin-rich corn flour", *Food Sci. Technol.*, Vol. 65, 2016, pp. 597-603.
- M. Román y G. Valencia, "Evaluación de galletas de fibra de cereales como alimento funcional", *Vitae*, Vol. 13, 2, 2006, pp. 36-43.



CAPÍTULO V:
MEDICINA Y CIENCIAS
DE LA SALUD



EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTINOCICEPTIVO Y ANTIINFLAMATORIO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE *VERBESINA PERSICIFOLIA*

Paola del Carmen Cortés Pomares

Arely Baez Nava

Minerva Hernández Lozano

Mauro Antonio Villanueva Lehdechy

Gabriel Arturo Soto Ojeda

**Universidad Veracruzana, Facultad
de Química Farmacéutica-Biológica
CA-UV-410,**

Medicina Etnofitoterapéutica y Regenerativa

RESUMEN

La verbesina *persicifolia*, conocida como huichín, es una planta utilizada para diversos padecimientos, tales como inflamación, cáncer, dolor, diabetes, entre otros; no obstante, a pesar de los diversos usos que se le dan, existen escasos estudios que validen sus propiedades medicinales. El presente trabajo evaluó el efecto antinociceptivo y antiinflamatorio de la administración aguda del extracto metanólico de hojas de *verbesina persicifolia*, para lo que se realizaron 2 experimentos, el primero tuvo como objetivo evaluar el efecto antinociceptivo, y se emplearon ratas macho adultas de la cepa wistar distribuidas en cinco grupos experimentales, cada una con una n=7. El grupo 1 recibió el vehículo propilenglicol-tween 80-agua purificada (5:5:90%, respectivamente), los grupos 2, 3 y 4 fueron administrados con una dosis única de 100, 200 y 400 mg/Kg del extracto de *verbesina persicifolia*, y el grupo 5 fue de control farmacológico con indometacina (10 mg/kg). Los tratamientos fueron administrados vía oral, y con el modelo de tail-flick se evaluó la latencia al retiro de la cola. El segundo ensayo tuvo como objetivo evaluar el efecto antiinflamatorio, utilizando un agente antiinflamatorio y uno proinflamatorio, que fue administrado en la planta derecha de cada sujeto experimental. Los resultados fueron analizados con ANOVA de 1 vía para grupos independientes y como 'post hoc' la prueba de tukey. En el tail-flick, se encontró que *verbesina persicifolia* a 100 mg/kg incrementó la latencia al retiro de la cola en comparación con el vehículo y la indometacina ($p<0.001$). En el modelo de carragenina, todos los extractos disminuyeron el porcentaje de inflamación en comparación con el grupo vehículo y la indometacina ($p<0.001$). Con lo anterior, se determinó que *verbesina persicifolia* posee efectos antiinflamatorios y antinociceptivos a dosis mínima de 100mg/kg y sus efectos son mejores a los de la indometacina.

INTRODUCCIÓN

El dolor es un signo de enfermedad y un motivo frecuente de consulta; se clasifica en agudo o crónico, nociceptivo o neuropático y, según la velocidad de conducción, en rápido o lento. Los estímulos causantes del dolor son detectados por los nociceptores, los cuales son identificados como fibras C y fibras A_δ (Zegarra, 2007). La nocicepción se refiere a los mecanismos moleculares, celulares y sistémicos que se ocupan de la transmisión, transducción, amplificación o depresión de los estímulos nocivos (Sandkühler, 2009); estos últimos tienen una intensidad y calidad suficiente para provocar un arco reflejo, una respuesta autonómica, hormonal y, en primates superiores, una reacción dolorosa, que colectivamente constituyen lo que se llama reacción nociceptiva (Sandkühler, 2009).

Dentro de los medicamentos que se utilizan actualmente para el tratamiento del dolor, se encuentran los opioides, los analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos (AINES) (García-Andreu, 2017); sin embargo, los primeros tienen efectos secundarios como un alto grado de farmacodependencia (Furlan et al., 2006).

Por su parte, la inflamación es un proceso bioquímico que puede ser originado por numerosos factores endógenos o exógenos; de hecho, cualquier fenómeno immunológico capaz de afectar a la estabilidad del sistema puede ser considerado como un estresor, y el proceso puede ser denominado como estrés inflamatorio (Sánchez et al., 2008). Los AINES se utilizan para el tratamiento de la inflamación y son inhibidores de las enzimas COX-1 y COX-2 en las dosis empleadas como antiinflamatorios (Barreno, 2008); tanto el efecto antiinflamatorio como el analgésico se basan en la inhibición de COX-2, pero los efectos secundarios en el tracto gastrointestinal son resultado de la inhibición de COX-1 (Raghav et al., 2006).

De aquí la importancia de explorar alternativas terapéuticas útiles como

tratamiento, que sean menos costosas y sin tantos efectos adversos. Debido a esto, se ha decidido enfocar la atención al caso del uso de plantas medicinales que han sido reportadas por su utilización para el tratamiento de la inflamación y/o el dolor. Entre las plantas que son utilizadas para este fin se encuentran las de la familia asteraceae (Velázquez y Posada, 2013), y dentro de esta familia se encuentra clasificada *verbesina persicifolia*, que ha sido poco estudiada tanto desde el punto de vista de sus constituyentes como de su actividad biológica.

TEORÍA

El conocimiento y uso de las plantas medicinales para mantener o recuperar la salud es tan antiguo como la existencia del hombre. La herbolaria ha sido practicada por la mayoría de las civilizaciones, extendida por griegos y romanos como Galeno e Hipócrates, cuya enseñanza médica rigió al mundo hasta la edad media (Navarro, 1994). Las plantas medicinales han sido fuente de gran variedad de compuestos biológicamente activos por muchos siglos, y se utilizan directamente alguna parte de ellas o su totalidad y, en algunos casos, compuestos puros derivados de ellas para el tratamiento de diversas enfermedades (Arif et al., 2009).

En México, los bancos con información etnobotánica señalan un número muy amplio de plantas medicinales, que son utilizadas por la población para tratar la inflamación y/o síntomas relacionados con un proceso inflamatorio; entre ellas destacan especies como *oenothera rosea* (hierba del golpe), *heterotheca inuloides* (árnica), *datura stramonium* (toloache), *aloe*

barbadensis (*salvia*), entre otras. La evaluación de la actividad antiinflamatoria de estas plantas se ha ensayado en el animal íntegro, utilizando modelos clásicos de inflamación aguda (formación de edema por TPA y carragenina) (Guajardo, 2001).

En consistencia, mediante diversos estudios de extractos crudos de plantas, se demuestra su eficacia para desinflamar debido a la presencia de sustancias como flavonoides, polifenoles, taninos, tocoferol, alcaloides, entre otros (Manivannana y Sukumar, 2007; Mercy-Margaret et al., 2013). Sin embargo, aun cuando existen diversos estudios realizados en una gran cantidad de plantas, existen muchas otras que se emplean en la medicina popular, sin que sus propiedades hayan sido estudiadas, lo que hace necesario encaminar estudios para validar o desmitificar si poseen o no dichas propiedades medicinales, con la finalidad de establecer prácticas más seguras y eficaces.

Ejemplo de lo anterior es la *verbesina persicifolia* (figura 1), una planta que se usa empíricamente en Veracruz, Tlaxcala y Puebla para tratar diversos problemas de salud como heridas, cáncer, inflamación del hígado, úlcera estomacal, dolor de riñones, disentería, dolor de estómago, diabetes, granos en los dedos y dolor muscular, la forma de uso es generalmente como decocción, fomento e infusión (Biblioteca de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).



Figura 1. *verbesina persicifolia* DC.
Fuente: Atlas de las Plantas de la
Medicina Tradicional Mexicana, 2009.

Además, le han atribuido la capacidad para desinflamar, por lo que, es interesante realizar estudios científicos encaminados a validar dichas propiedades en modelos animales. Lo que sí se ha reportado son los efectos de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de *verbesina persicifolia*, que mostraron efectos antiinflamatorios en un modelo 'in vitro' (Soto-Ojeda et al., 2018). En consecuencia, en este trabajo se evaluó el extracto metanólico para conocer si posee los efectos antinociceptivo y antiinflamatorio en modelos animales.

PARTE EXPERIMENTAL

SUJETOS EXPERIMENTALES

Para evaluar el efecto antinociceptivo y antiinflamatorio del extracto metanólico de *verbesina persicifolia*, se emplearon ratas macho adultas de la cepa wistar, las cuales se mantuvieron en un bioterio de estancia con un ciclo de luz-oscuridad de 12/12 h y con libre acceso a agua y alimento. Los experimentos fueron realizados de acuerdo con la Guía para uso y cuidado de animales de laboratorio (National Research Council, 2011) y la NOM-062-ZOO-1999.

MATERIAL VEGETAL

Se colectó en la región de Arroyo del Potrero, localizada en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, donde se seleccionó la planta, se lavó y se puso

a secar para la preparación del extracto metanólico. Un ejemplar completo fue llevado al Herbario INECOL para su autentificación, donde el espécimen quedó bajo el siguiente folio: *verbesina persicifolia* D.C.- AAM-002-XAL.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE CARRAGENINA

La carragenina es un polvo grueso a fino, amarillo pardusco a blanco, inodoro, insípido, que produce una sensación mucilaginosa en la lengua, especialmente usado en la industria alimenticia y farmacéutica como agente de suspensión, espesante, gelificante, y estabilizante, al igual que en la industria cosmética. Para la preparación de la solución de carragenina (SIGMA) al 1% p/v, que se utilizó en el modelo para evaluar el efecto antiinflamatorio de *verbesina persicifolia*, se pesaron 0.05 mg y se disolvieron en 5 ml: propilenglicol-tween 80-agua purificada en una proporción (5:5:90%).

PREPARACIÓN DEL EXTRACTO METANÓLICO

La planta fue separada por órganos (hojas y tallo) y secada a la sombra a temperatura ambiente. Se utilizaron 300 gr de hojas molidas que fueron maceradas por 7 días, dos veces consecutivas en 3 litros de hexano, con la finalidad de extraer y separar las grasas, posteriormente se separó por filtración. La misma muestra vegetal se maceró con metanol por 7 días, dos veces consecutivas en 3 litros del disolvente, que posteriormente fue evaporado en un rotavapor, obteniéndose 49 gr del extracto total. Asimismo, el

extracto metanólico fue empleado para la evaluación farmacológica en las pruebas de nocicepción e inflamación (figura 2).



Figura 2. Preparación del extracto metanólico

PRUEBA EXPERIMENTAL DE NOCICEPCIÓN

En esta prueba, los extractos de *verbesina persicifolia* (100, 200 y 400 mg/kg) (García et al., 2014) y el fármaco de referencia (indometacina 10 mg/kg) se disolvieron por separado, cada uno en propilenglicol-tween 80-agua purificada (5:5:90 %), y se administraron por vía oral 30 minutos antes de la prueba. El grupo control negativo sólo recibió vehículo.

TAIL-FLICK

Previo al día de la prueba y para reducir el estrés de los animales ante un ambiente nuevo, los sujetos fueron habituados en un mismo horario por 7 días durante 5 minutos en la habitación de experimentación y dentro de una caja de restricción. El día de la prueba, los animales fueron inmovilizados con ayuda

de la caja de restricción y se colocaron individualmente en la unidad de estimulación del equipo. Para las mediciones, se empleó un analgesíometro PANLAB LE 7106 (figura 3), que consta de una unidad de estimulación que posee una lámpara térmica y una unidad de control electrónica.

El aparato incide un haz calórico que proporciona al contacto una temperatura que se ajustará para proporcionar un haz calórico a 45°C. Asimismo, el equipo cuenta con un cronómetro, que se acciona cuando una celda fotoeléctrica, situada en la parte inferior del mismo, suspende la emisión de la radiación en el momento en que el animal mueve la cola, deteniendo el contador del tiempo y registrando el tiempo de latencia. La región estimulada fue la parte dorsal (zona media). La latencia de retirada de la cola fue considerada como el tiempo que tarda el animal en retirar la cola (en segundos) una vez aplicado el estímulo térmico. Una vez terminada la medición, los animales fueron regresados a su caja de alojamiento.



FIGURA 3: DISPOSITIVO PARA LA PRUEBA DE TAIL-FLICK.

MODELO DE EXPERIMENTACIÓN DE INFLAMACIÓN

EDEMA INDUCIDO POR CARRAGENINA

El edema se indujo mediante inyección subplantar de 0.1 ml de suspensión de carragenina al 1% p/v (Sigma C1013-500G) en la pata trasera de cada una de las ratas (Chiclana et al., 2009). Los extractos de *verbesina persicifolia* (100, 200 y 400 mg/kg) y el fármaco de referencia (indometacina 10 mg/kg) se disolvieron en propilenglicol-tween 80-agua purificada (5:5:90), y se administraron por vía oral 60 minutos antes de la inyección de carragenina (figura 4).



Figura 4. Inducción de edema por inyección plantar de carragenina

El grupo control negativo sólo recibió vehículo. La inflamación se cuantificó midiendo el diámetro de la zona subplantar de las patas, utilizando un vernier a las 0, 1, 2 y 3 horas después de la inyección de carragenina. La diferencia entre el diámetro de la pata izquierda y el de la derecha fue indicativa del grado de inflamación (Miño et al., 2001), de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Inflamación} = \frac{D_t - D_0}{D_0} (100)$$

DÓNDE

D_0 = Diámetro de la pata antes de la administración de carragenina.

D_t = Diámetro de la pata inflamada a un tiempo X.

RESULTADOS

EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTINOCICEPTIVO DEL TRATAMIENTO AGUDO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE VERBESINA PERSICIFOLIA EN LA PRUEBA DE TAIL-FLICK

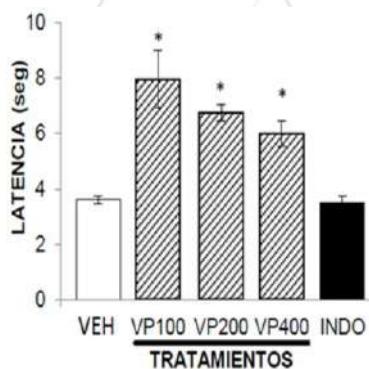
Este experimento tuvo como objetivo evaluar el efecto antinociceptivo de *verbесina persicifolia* en la prueba de Tail-Flick, para el cual se emplearon 35 ratas macho divididas aleatoriamente en 5 grupos. Cada grupo constó de 7 individuos; el grupo 1 fue el control negativo y se le administró una mezcla de propilenglicol-tween 80-agua purificada (5:5:90%) como vehículo (VEH), a los grupos 2, 3 y 4 se les administró el extracto metanólico de *verbесina persicifolia* a dosis de 100, 200 y 400 mg/kg (VP-100, VP-200, VP-400, respectivamente), y finalmente el grupo 5 fue el control farmacológico indometacina (INDO) a una dosis de 10 mg/kg.

Todos los tratamientos fueron administrados vía oral, y una vez transcurridos 30 minutos, posterior a las administraciones, los animales se sometieron a la prueba de Tail-Flick, en la que se registró la latencia al retiro de la cola, siendo este el tiempo que tarda el animal en retirar la cola una vez aplicado el estímulo térmico. Los resultados fueron agrupados de acuerdo a los tratamientos y analizados mediante ANOVA de una vía para grupos independientes; además, se empleó la prueba post hoc de Tukey cuando se obtuvieron valores de $p \leq 0.05$; los resultados son presentados como la media ± error estándar.

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TAIL-FLICK

El análisis estadístico de la latencia al retiro de la cola indicó que existen diferencias significativas [$F_{(4,30)} = 13.199$; $p < 0.001$] para esta variable, y que los grupos de VP200 y VP400 (200 mg/kg y 400 mg/kg) aumentaron de manera similar la latencia al retiro de la cola en comparación con el grupo VEH ($*p < 0.001$). Por otra parte, el grupo que recibió V100 (100 mg/kg) mostró el mayor incremento para esta variable, en comparación con los demás grupos de estudio; mientras que el grupo INDO no tuvo efecto en la dosis utilizada en este experimento ya que fue similar el grupo vehículo (gráfica 1).

Gráfica 1. Resultados de la prueba de Tail-Flick. La duración de la latencia al retiro de la cola aumentó significativamente en los grupos que recibieron verbesina persicifolia (100, 200 y 400 mg/kg) con respecto al grupo vehículo. La dosis de 100 mg/kg produjo la mayor latencia en todos los grupos, indometacina fue similar al vehículo. [$F (4,30)$] 13.199; $p < 0.001$



EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIINFLAMATORIO DEL TRATAMIENTO AGUDO DEL EXTRACTO METANÓLICO DE VERBESINA PERSICIFOLIA EN EL MODELO DE CARRAGENINA

Este experimento tuvo como objetivo evaluar el efecto antiinflamatorio del extracto metanólico de *verbesina persicifolia*, para lo cual se emplearon 35 ratas, divididas aleatoriamente en 5 grupos con n= 7 cada uno. Al grupo 1 se le administró vehículo (VEH), a los grupos 2, 3 y 4 se les administró las diferentes dosis del extracto 100, 200 y 400 mg/kg y, por último, al grupo 5 el control farmacológico y se empleó indometacina a una dosis de 10 mg/kg; todos los tratamientos fueron administrados por vía oral.

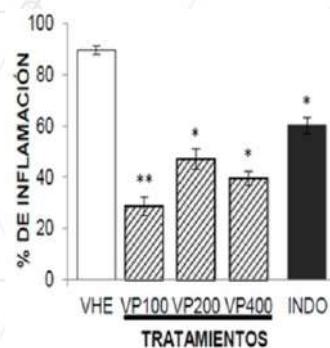
El edema fue inducido a los 60 minutos post-administración de los tratamientos, mediante la inyección sub-plantar de 0.1 ml de suspensión de carragenina al 1% p/v en la pata trasera derecha de cada rata. La inflamación se cuantificó midiendo el diámetro de las patas a las 1, 2 y 3 horas después de la inyección de carragenina, y la medición se hizo utilizando un vernier. Los resultados fueron agrupados de acuerdo a los tratamientos y fueron analizados mediante ANOVA de 1 vía para grupos independientes. Asimismo, se empleó la prueba post hoc de tukey cuando se obtuvieron valores de $p \leq 0.05$; los resultados son presentados como la media ± error estándar.

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE INFLAMACIÓN CON CARRAGENINA

Al analizar los tratamientos, encontramos que, para la variable porcentaje de inflamación, el análisis estadístico indicó que existen diferencias significativas [$F(4,30)=27.927$; $p<0.001$] entre los tratamientos. Los grupos VP100, VP200 y

VP400 disminuyeron significativamente el porcentaje de inflamación con respecto al VEH ($*p <0.001$). Por otra parte, el grupo que recibió VP100 (100 mg/kg) mostró la mayor disminución de esta variable en comparación con los demás grupos de estudio. Finalmente, el grupo INDO tuvo una disminución significativa respecto al grupo VEH, aunque menor en comparación con los grupos administrados con verbesina persicifolia.

Gráfica 2. Resultados del factor tratamiento en el modelo de Carragenina. Los grupos que recibieron verbesina persicifolia (100, 200 y 400 mg/kg) y el control farmacológico (INDO) disminuyeron significativamente el porcentaje de inflamación. La dosis más baja de verbesina persicifolia produjo menor inflamación con respecto a los demás grupos experimentales. [$F (4,30) 27.927; p <0.001$].



Los principales hallazgos encontrados mostraron lo siguiente: en la prueba de Tail-Flick, como un indicador de nocicepción, se evalúa la latencia al retiro de la cola, y los analgésicos incrementan la latencia al retiro de la cola como un indicativo de efecto antinociceptivo, ya que a mayor latencia de retiro menor nocicepción. Nuestros resultados mostraron que las dosis de verbesina persicifolia (100, 200 y 400 mg/kg) incrementan la latencia al retiro de la cola en comparación al vehículo, lo cual indicó que verbesina persicifolia posee efectos antinociceptivos a estímulos térmicos.

En contraste, los resultados obtenidos para la indometacina mostraron valores similares a los del vehículo, esto sugiere que no tuvo efecto antinociceptivo a la dosis de 10 mg/kg, a pesar de que otros autores refieren dicha dosis con efectos sobre esta variable (Regalado et al., 2015). Estos resultados concuerdan con lo reportado en trabajos anteriores dentro del grupo de

trabajo, ya que la infusión acuosa y el extracto clorofórmico de *verbesina persicifolia* tuvieron un efecto antinociceptivo en el modelo de formalina (López-Canul, 2013) y en ratas diabéticas, respectivamente (Villanueva-Lendechy, 2015).

Por otra parte, también se evaluó el efecto antiinflamatorio de *verbesina persicifolia* utilizando el modelo experimental de edema de la pata trasera inducido por carragenina, el cual es un modelo estándar de inflamación aguda (Winter et al., 1962), mientras que la carragenina es el agente flogístico elegido para ensayar agentes antiinflamatorios, además de ser antigénico (Kale et al., 2007). Se prefiere la carragenina ante otros irritantes porque el edema producido está menos modificado por factores ajenos a los propiamente característicos de la inflamación, y porque tiene una buena correlación con la actividad en clínica. En general, el modelo exhibe un alto grado de reproducibilidad (Zaa et al., 2012).

Dentro de los principales hallazgos para este modelo, se demostró que todas las dosis del extracto metanólico *verbesina persicifolia* y el control farmacológico (indometacina 10 mg/kg) disminuyeron el porcentaje de inflamación en comparación con los animales que recibieron el vehículo; todas las dosis ensayadas de los extractos tuvieron un mayor efecto en esta prueba que el fármaco analgésico indometacina. No obstante, aun cuando está reportada la efectividad de indometacina a la dosis ensayada en este modelo, sería necesario incluir otro fármaco control que sea positivo en ambos ensayos biológicos.

Estos resultados concuerdan con lo reportado anteriormente, en los que se afirma que los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de *verbesina persicifolia* presentan mayores efectos antiinflamatorios que el diclofenaco, siendo el extracto hexánico el de mejor efecto en modelos 'in vitro' de

inflamación (Soto-Ojeda et al., 2018). Todo lo anterior sugiere que el extracto metanólico de *verbesina persicifolia* posee un efecto antiinflamatorio y antinociceptivo a dosis de 100mg/kg, efectos que pueden atribuirse a la presencia de compuestos fenólicos en la planta, para lo que es necesario hacer otros estudios biodirigidos.

RESULTADOS

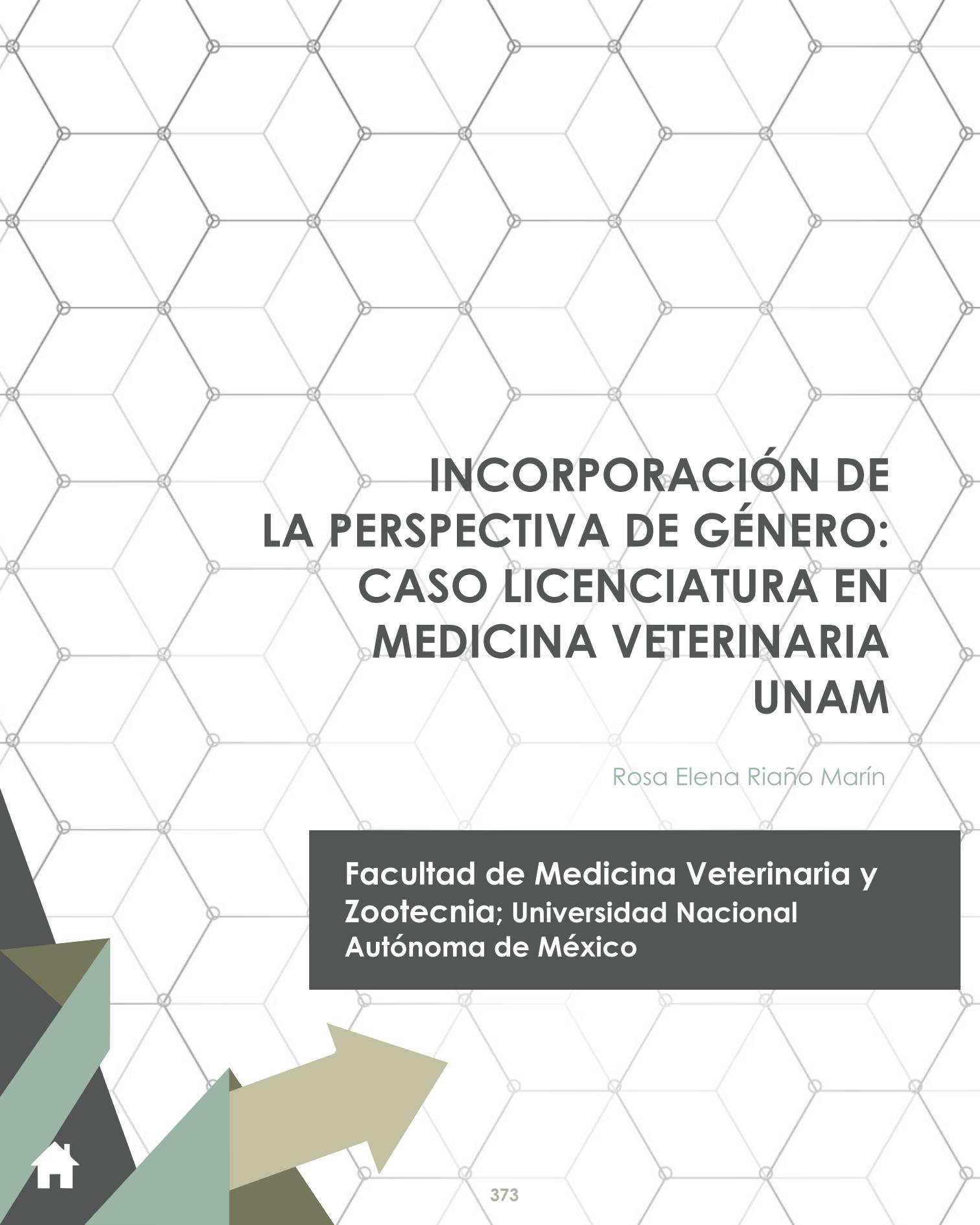
El extracto metanólico de *verbesina persicifolia* presenta efectos antiinflamatorio y antinociceptivo en el modelo de edema inducido por carragenina y ante un estímulo nociceptivo térmico (45 °C), respectivamente. La dosis mínima para lograr los efectos antinociceptivo y antiinflamatorio del extracto metanólico de *verbesina persicifolia* es de 100 mg/kg. Con los resultados obtenidos, se observaron mejores resultados en ambas pruebas con las diferentes dosis del extracto de *verbesina persicifolia* en comparación con el efecto de la indometacina.

BIBLIOGRAFÍA

- Arif, T., Bhosale, J. D., Kumar, N., Mandal, T. K., Bendre, R. S., Lavekar, G. S., & Dabur, R. (2009). Natural products–antifungal agents derived from plants. *Journal of Asian natural products research*, 11(7), 621-638.
- Barreno, P. G. (2008). Inflamación. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 102(1), 91-160.
- Biblioteca digital de plantas medicinales. *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana*. (2009). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chiclana, C. F., Enrique, A., & Consolini, A. E. (2009). Actividad antiinflamatoria local de *Malva sylvestris* L. (Malvaceae) en el edema inducido por carragenina en ratas. *Latin American Journal of Pharmacy*, 28(2), 275-278.
- Furlan, A. D., Sandoval, J. A., Mailis-Gagnon, A., & Tunks, E. (2006). Opioids for chronic noncancer pain: a meta-analysis of effectiveness and side effects. *Cmaj*, 174(11), 1589-1594.
- García Hernández, A. I., López Barreiro, M., Morejón Rodríguez, Z., Boucourt Rodríguez, E., Amador, V., del Carmen, M., & Morón Rodríguez, F. J. (2014). Validación preclínica de actividad analgésica periférica y central de la decocción de hojas frescas de *Persea americana* Mill. (aguacate) y *Musa x paradisiaca* L.(plátano). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(3), 225-234.
- García-Andreu, J. (2017). Manejo básico del dolor agudo y crónico. *Anestesia en México*, 29, 77-85.
- Guajardo E. (2001). Estudio químico y evaluación de la actividad antiinflamatoria del extracto metanólico de *Achillea millefolium*. Tesis de Licenciatura. Facultad Química. Universidad Autónoma de México.
- Kale, M., Misar, A. V., Dave, V., Joshi, M., & Mujumdar, A. M. (2007). Anti-inflammatory activity of *Dalbergia lanceolaria* bark ethanol extract in mice and rats. *Journal of ethnopharmacology*, 112(2), 300-304.
- López-Canúl MG. (2013). Evaluación del efecto anti-nociceptivo y anti-alodinico de la infusión de huichín (*Verbesina persicifolia*) en ratas macho de la cepa wistar. Tesis de doctorado en Neuroetología. Universidad Veracruzana. Instituto de Neuroetología.

- Manivannana R, Sukumar D. (2007). The RBC membrane stabilisation in an in vitro method by the drug isolated from *Leucas aspera*. *Int J of Eng Appl Sci*, 2: 133-8.
- Mercy-Margaret T, Krishna P; Revathi B, Eswar-Tony D, Sathish-Kumar M, Narendra-Babu A. (2013). Assessment of in vitro anti inflammatory activityof aqueous extract of *Ipomoea batatas* tubers. *Asian J of Res in Biol and Pharm Sci*. 1(1), 47 - 53.
- Mino, J., Gorzalczany, S., Moscatelli, V., Ferraro, G., Acevedo, C., & Hnatyszyn, O. (2002). Actividad antinociceptiva y antiinflamatoria de *Erythrina crista-galli* L. ("Ceibo"). *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 21(2), 93-98.
- National Research Council. (2011). Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio. Ediciones UC.
- Navarro, C. (1994). El mundo vegetal nuestro aliado. *Ars pharmaceutica*, 35(3), 419-430.
- Norma Oficial Mexicana, NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación.
- Raghav, S. K., Gupta, B., Agrawal, C., Goswami, K., & Das, H. R. (2006). Anti-inflammatory effect of *Ruta graveolens* L. in murine macrophage cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 104(1-2), 234-239.
- Regalado, A. I., Sánchez, L. M., & Mancebo, B. (2015). Actividad anti-inflamatoria de los extractos metanólicos de hojas y de tallos de *Tabebuia hypoleuca* (C. Wright) Urb. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 3(5).
- Sandkühler J. (2009) Models and mechanisms of hyperalgesia and allodynia. *Physiological Reviews*, 89:707-58.
- Soto-Ojeda G.A., Gómez-Huesca, Y., García-Hernández, E., Villanueva-Lendechy, M.A. (2018). Actividad anti-inflamatoria in vitro de los extractos hexánico y metanólico de *Verbesina persicifolia*. *Acta Tecno Científica*, (0), 39-48.
- Velásquez, S., & Posada, V. (2013). Actividad anti-inflamatoria in vitro de los extractos y fracciones obtenidas de la corteza interna de *Tabebuia chrysanthra* (JACQ.) G. NICHOLSON (Doctoral dissertation, Tesis pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Química Grupo Polifenoles Pereira)

- Villanueva-Lendechy MA. (2015). Evaluación del efecto hipoglucemiante y antinociceptivo del extracto clorofórmico de Verbesina persicifolia en ratas macho de la cepa wistar. Tesis de Maestría en Neuroetología. Universidad Veracruzana. Instituto de Neuroetología.
- Winter, C. A., Risley, E. A., & Nuss, G. W. (1962). Carrageenin-induced edema in hind paw of the rat as an assay for antiinflammatory drugs. Proceedings of the society for experimental biology and medicine, 111(3), 544-547.
- Zaa, C., Valdivia, M., & Marcelo, Á. (2012). Efecto antiinflamatorio y antioxidante del extracto hidroalcohólico de Petiveria alliacea. Revista peruana de Biología, 19(3), 329-334.
- Zegarra Piérola, J. W. (2007). Bases fisiopatológicas del dolor. Acta Médica Peruana, 24(2), 35-38.



INCORPORACIÓN DE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO: CASO LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA UNAM

Rosa Elena Riaño Marín

**Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia; Universidad Nacional
Autónoma de México**

RESUMEN

La perspectiva de género en instituciones de educación superior es necesaria porque son entidades sociales que impactan en comportamientos y actitudes de sus estudiantes, sin embargo, el reto es cómo incorporarla en diversas áreas de conocimiento. Se comparte la experiencia en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM que incorpora la perspectiva de género en su plan de estudios mediante asignaturas como *Participación de hombres y mujeres en el sector rural* (teórica y práctica). Su objetivo es promover el análisis del sector rural mediante el entendimiento de marcos con perspectiva de género para obtener una visión social e integral de la salud y producción agropecuaria. Mediante sondeos semi-estructurados, pre y post participación de tipo cualitativo, se colectó información de 78 alumnas y 43 alumnos que cursaron en 21 grupos teóricos y 9 prácticos. Los resultados muestran que el alumnado analiza las diferentes actividades y oportunidades que tienen mujeres y hombres en el medio rural, y logran incorporar la perspectiva de género en reflexiones personales, familiares y en su futuro desempeño profesional. Se concluye que la incorporación de este enfoque en asignaturas relacionadas al área de conocimiento contribuye al entendimiento de los estudiantes, y muestra la posibilidad de su incorporación en la educación superior en una licenciatura del área médica.

INTRODUCCIÓN

Desde los años 1970, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) promueve la adopción e implementación de acciones con perspectiva de género para

reducir las brechas de desigualdad entre mujeres y hombres. Una responsabilidad de las acciones de género es facilitar la reflexión sobre la experiencia vivida de mujeres y hombres bajo estereotipos culturalmente construidos, así como de situaciones compartidas, para ejecutar acciones que permitan reducir la desigualdad y la discriminación. De tal forma, este tipo de pensamiento fomenta la transformación personal e intelectual, ya que el individuo cuestiona y reformula paradigmas de las relaciones mujer/hombre, así como sus condiciones y posiciones en las diversas instituciones que conforman su entorno y la sociedad a la que pertenece.

A partir de 1990, instituciones internacionales y nacionales de ámbitos gubernamentales, corporativos, de la academia, del sector público o privado, promovieron la tranversalización de la perspectiva de género, la cual emana de diversos convenios promulgados por la ONU y sus 190 países miembros, que tienen como finalidad promover el empoderamiento de las mujeres y la equidad de género. La tranversalización fomenta la incorporación de este enfoque en la corriente principal de políticas, legislaciones, programas, reglas de operación, dinámicas y simbolismos de las instituciones con la finalidad de evitar la reproducción de desigualdades de género.^{1,2}

Para lograr sociedades más igualitarias, las instituciones de educación superior son de gran importancia, porque, como Dorr y Sierra (1998) indican, estas contribuyen para conformar, transmitir, mantener y perpetuar valores, creencias y actitudes que influyen en el modo de pensar y comportarse de su comunidad.³ De tal forma, instituciones de educación superior de diversos países se han adherido a adoptar dicho enfoque diseñando e implementando estrategias para su incorporación.

En México, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inicia en la década de 1990 acciones de conciencia de género mediante el Programa

Estudios de Género (PUEG), que ha sido consolidado mediante estudios y trabajos al interior de la UNAM e interactuando con otras universidades nacionales e internacionales. Acorde a las tendencias y recomendaciones internacionales, en el año 2013 la UNAM promulga los Lineamientos generales para la igualdad de género en la UNAM, los cuales convocan a las dependencias y su comunidad a ejecutar acciones para incorporar el enfoque de género⁴. Continuando con estos esfuerzos, en 2016 divulga el Protocolo para la atención de casos de violencia de género en la UNAM⁵, y en 2018 emite el Documento básico para el fortalecimiento de la política institucional de género de la UNAM⁶. En el país, similares acciones han sido impulsadas por otras instituciones de educación superior, tales como la Universidad de Baja California, la Universidad de Colima, la Universidad de Guadalajara y la Universidad Veracruzana, entre muchas otras.

En el interior de las comunidades estudiantiles universitarias, la igualdad de género no refiere cifras idénticas, como 50% mujeres y 50% hombres en el acceso a la educación, al contrario, remite a las habilidades de sus estudiantes (mujeres y hombres) para ejercer sus derechos en forma completa, reconociendo que tienen diferentes necesidades y prioridades, afrontan diferentes limitaciones, tienen diferentes aspiraciones y contribuyen a la propia universidad en forma diferente.

En relación con la transverzalizacion de la perspectiva de género, autores como Davids et al (2013)⁷, Roggeband (2013)⁸, Van Eerdewuk y Davis (2013)⁹ analizan cómo en la práctica las instituciones educativas de nivel superior afrontan diversos obstáculos para incorporarla en sus entornos específicos, lo que problematiza el proceso de transversalización, pues integrarla a los programas y planes de estudios de las muy diversas áreas de conocimiento y disciplinas es uno de los mayores retos de la educación.

El presente trabajo sistematiza la experiencia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) UNAM para incorporar la perspectiva de género en su plan de estudios mediante dos asignaturas impartidas en nivel terminal.¹⁰ Las asignaturas, una teórica y otra práctica, tienen por título *Participación de hombres y mujeres en el sector rural* y promueven entre el alumnado analizar el sector rural mexicano mediante el entendimiento de conceptos, herramientas y estrategias a través de la conciencia de género para obtener una visión social e integral de la producción agropecuaria; ambas asignaturas se imparten desde 2009 a la fecha. Un reto para su diseño y elaboración de contenidos fue vincular este enfoque al contexto rural, un ámbito relacionado con el quehacer de un profesional de la medicina veterinaria zootecnia; además de otro reto que fue lograr la integración de asignaturas de tipo social en un ámbito de formación académica mayoritariamente técnico.

CONTEXTO DE ESTUDIO

Como marco metodológico, sistematizar permite la reflexión de una experiencia mediante la cual se valora la recuperación de saberes, opiniones y percepciones de los sujetos que están interviniendo en un proceso de transformación social¹¹. Este proceso de sistematización de la incorporación de la perspectiva de género en la FMVZ UNAM en su plan de estudios inicia con los antecedentes de la estructuración de las asignaturas, seguido de la presentación de los temas que integran los programas, y posteriormente se

comparten testimonios del alumnado. De tal forma, la transversalización del enfoque de género en la FMVZ UNAM se analiza mediante la sistematización de la experiencia de los actores y actrices participantes, mediada por el diseño, implementación y vivencia de las asignaturas teórica y práctica de la asignatura *Participación de hombres y mujeres en el sector rural*.

Para conocer sobre las experiencias del estudiantado, se aplicaron sondeos semi-estructurados pre y post participación, colectándose información de 30 grupos (21 teóricos y 9 prácticos) con un total de 78 alumnas y 43 alumnos. En el primero se cuestionó sobre expectativas de las asignaturas, conocimiento de los contenidos temáticos, así como temas de su interés, mientras que en el segundo hubo comentarios y reflexiones sobre aprendizajes y posible utilización de lo aprendido en el campo laboral o personal.

RESULTADOS

ANTECEDENTES

La propuesta para incorporar las asignaturas optativas *Participación de hombres y mujeres en el sector rural* en el plan de estudios de la FMVZ UNAM se sometió a su consejo técnico a finales de 2008. Las asignaturas fueron diseñadas por dos académicas de la FMVZ con estudios en análisis de género para el desarrollo, y dado lo innovador de la propuesta, por la inclusión de temas sociales y humanísticos anclados en la perspectiva de género, se solicitó profundizar y argumentar su iniciativa. Al explicar con mayor profundidad, fue evidente la voluntad política de las autoridades para la

incorporación al plan de estudios de una temática del ámbito social que incita la conciencia de género, por lo que ambas asignaturas fueron aprobadas y se inició su impartición en 2009, las cuales a la fecha se continúan impartiendo. Las asignaturas teórica y práctica de *Participación de hombres y mujeres en el sector rural* pueden ser cursadas por estudiantes de nivel terminal, es decir, quienes cursen de octavo a décimo semestre.

Como optativas de profundización, el alumnado de la FMVZ conoce sobre estas materias principalmente por dos canales, ya sea por el medio oficial en la página de la FMVZ, la cual despliega información sobre las asignaturas con créditos optativos, o mediante la comunicación personal entre quienes cursaron las asignaturas con quienes están por seleccionar optativas. Debido a su característica de asignaturas optativas de profundización, a lo largo de los años la matrícula de los grupos ha sido reducida, con un promedio por grupo de 5 estudiantes, situación académica que pudiera ser la causa de que alumnos y alumnas que las han cursado evidencien un alto desempeño en sus aprendizajes y evaluaciones.

ASIGNATURAS PARTICIPACIÓN DE HOMBRES Y MUJERES EN EL SECTOR RURAL

Con duración de 32 horas, el curso teórico de *Participación de hombres y mujeres en el sector rural* tiene como objetivo que el estudiantado analice el sector rural mexicano mediante el entendimiento de conceptos, herramientas y estrategias a través de la perspectiva de género con el fin de que obtenga una visión social e integral de la producción agropecuaria. El contenido se

se integra por siete unidades temáticas: 1) Introducción a los estudios de género, 2) Economía campesina desde una perspectiva de género, 3) Panorama histórico de la participación de las mujeres en México, 4) Masculinidades, 5) Situación y problemática de las mujeres rurales en México, 6) Género y medio ambiente, y 7) Perspectiva de género en programas de desarrollo. Asimismo, la metodología de enseñanza-aprendizaje incluye exposiciones del docente, lecturas recomendadas, búsqueda de información, exposición de trabajos, paneles, visitas guiadas y elaboración de síntesis de aprendizajes.

Por su lado, la asignatura práctica de Participación de hombres y mujeres en el sector rural tiene como objetivo analizar las relaciones e interacciones hombre-mujer rural aplicando herramientas metodológicas y analíticas con perspectiva de género para facilitar el entendimiento de la dinámica social del sector. La práctica consta de tres actividades a realizarse en 60 horas, distribuidas en dos semanas. La práctica 1 se denomina 'Enfoque de género en instituciones de desarrollo', en la que el alumnado identifica en dependencias gubernamentales, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales la incorporación del enfoque de género mediante la exploración de programas, dinámicas, estructura organizacional, entre otras. La práctica 2 es 'Herramientas de diagnóstico rural con enfoque de género', cuya finalidad es aplicar instrumentos de diagnóstico con enfoque de género mediante la revisión de diferentes métodos de investigación social que permitan obtener información de situaciones de vida de hombres y mujeres rurales. Finalmente, la práctica 3 es titulada 'Planificación desde la perspectiva de género', con la que se analizan las actividades realizadas mediante la integración de la experiencia. Para cumplir los objetivos planteados, las y los estudiantes deben integrarse con familias rurales con las que conviven e



interactúan en sus cotidianidades productivas y personales; además, también deben interactuar con personas y dependencias que impulsen la perspectiva de género. Las metodologías de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura incluyen diseño de herramientas de colección de información, observación participante, trabajo de campo, lecturas, exposiciones orales, discusión del experiencia y redacción de un informe.

EXPERIENCIAS DEL ESTUDIANTADO

Desde el inicio de su impartición en 2009 hasta el momento de la presente sistematización, las asignaturas han sido de interés para los estudiantes, quienes consideran de gran utilidad haberlas cursado. A continuación, se presentan reflexiones de alumnas y alumnos sobre ambas materias para diversos contextos.

Académico:

"Ojalá esta materia se impartiera como materia básica, pues no sólo sirve para el aspecto rural, sino para la vida cotidiana en la ciudad, en la escuela y en la familia. La perspectiva de género es universal y por ello muy importante" (Erika, grupo 2001).

"Me parece excelente que el plan de estudios de la carrera de MVZ se incluya temas humanísticos, debido al fuerte contacto que tiene el médico veterinario con la población; además de que se debe erradicar de la mente de la sociedad y de los mismos veterinarios la imagen del médico veterinario como un palurdo bruto, ajeno a intereses de las personas" (Francisco, grupo 1001).

"El curso me gustó porque fue interactivo, y siempre se le dio valor a nuestra opinión; había diferentes puntos de vista, lo cual hacía más enriquecedor la clase y se aportaban conocimientos y experiencias a todos, además conocía a la mayoría del grupo, lo cual ayudó a que me desenvolviera mejor" (Diego, grupo 4001).

"Un curso interesante, super interesante, y lo vuelvo a decir porque espero pronto ver esta asignatura en el tronco común, ya que lo que se aprendió en él tiene gran relevancia para aplicarse en la vida diaria, ayudándonos a ser mejores personas, a valorarnos entre géneros y buscar la igualdad" (Manuel, grupo 2002).

Personales:

"Esta materia me abre el panorama y me permite observar ahora actitudes y rasgos de la sociedad a los que antes no prestaba atención o me pasaban desapercibidos. Ahora siento el compromiso de ayudar a que la igualdad de género sea mayor, al menos en mis círculos cercanos, y compartir la información que esta materia me ha proporcionado" (Rodrigo, grupo 2002).

"Me impactó mucho el tema de masculinidades. En la práctica, me tocó estar con dos hombres totalmente diferentes; primero el Sr. José, hombre de casi 40 años, que tenía muchas características del estereotipo del hombre mexicano, mientras que don Vale era un hombre mayor que rompe con ese estereotipo y se muestra cariñoso con su esposa e hija, reconoce sus contribuciones a su hogar y las apoya en sus proyectos. Comparar sus formas de ser 'hombres' me hizo reflexionar mucho" (Mario, Grupo 4002)

"La materia me sorprendió, y me gustó más la práctica. Una de las



familias con las que estuve me hizo pensar sobre mi propia familia, y pude apreciar su forma de convivencia, que se da de manera amable, sin que alguien quiera imponerse, sin imponer a la fuerza" (Gerardo, grupo 1001).

Profesionales:

"Al inicio de la clase no me quedaba claro como el tema de género se iba a relacionar con la carrera, pero conforme avanzamos fui entendiendo. Creo que incorporar esta información en mi ejercicio profesional me ayudará a entender situaciones de vida que antes no hubiera considerado. Al realizar esta práctica que pareciera estar fuera de la veterinaria, aprendí más sobre las personas" (Mariana, grupo 4001).

"Cuando metí la asignatura no tenía mucha idea realmente de qué se trataba, pero me interesó porque era algo diferente. Ahora veo la importancia de conocer sobre temas de género y cómo esto me podrá ayudar a trabajar con mejores recursos con mujeres y hombres. Me ha ayudado a entender que, cuando alguien se acerque a una consulta o algo así, debo considerar muchas cosas antes de emitir opiniones o recomendaciones" (Diana, grupo 4001).

RESULTADOS

En la FMVZ UNAM, la experiencia de la transversalización de la perspectiva de género mediante dos asignaturas evidencia el reto y beneficios de vincular

áreas de conocimiento distantes pero complementarias, como lo son las áreas técnicas y las sociales. Un factor clave de gran importancia fue el apoyo de las autoridades de la dependencia para su incorporación al plan de estudios. Otro aspecto relevante es que las y los estudiantes han mostrado interés por matricularse en asignaturas alejadas de los temas de la medicina veterinaria y zootecnia.

Las asignaturas teórica y práctica de *Participación de hombres y mujeres en el sector rural* lograron vincular e incorporar la conciencia de género al contexto rural y agropecuario, ámbito relacionado con el quehacer de profesionales de la medicina veterinaria y zootecnia. Lo anterior fue posible porque este tipo de enfoque puede ser aplicado transversalmente y adecuado a diferentes entornos y áreas de conocimiento. Con base en los objetivos de las asignaturas, los estudiantes participantes analizaron las diferentes oportunidades que tienen mujeres y hombres en el medio rural, y también lograron traducir la perspectiva de género a otros espacios de reflexión como académicos, personales y familiares.

Debido a la permanencia de las asignaturas desde 2009 hasta 2019, así como a las respuestas y al desempeño del alumnado que las ha cursado, se considera una experiencia positiva la transversalización del enfoque de género en el plan de estudios de la FMVZ UNAM. Se concluye que, en instituciones de educación superior, una estrategia eficiente para transversalizar la conciencia de género es diseñar e implementar asignaturas directamente relacionadas al área de conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- F. Guzmán. Institucionalización de la perspectiva de género: políticas y presupuestos en México. En: Zarembert Gisela (coord.) Políticas sociales y género. Tomo I. La Institucionalización. FLACSO. México, 2008, pp 131-163.
- T. Incháustegui, Y. Ugalde. La transversalidad del género en el aparato público mexicano: reflexiones desde la experiencia. En: Comisión de Equidad y Género en la Cámara de Diputados LIX Legislatura. Avances de la perspectiva de género en las acciones legislativas. Compendio. Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, LIX Legislatura y Editorial Santillana. México, 2006, pp 201-223.
- A. L. Dorr, G. Sierra. El currículum oculto de género. En: Educación. Revista de Educación, Nueva Época. No. 7. Octubre-Diciembre, ITESCO, México. 1998.
- Universidad Nacional Autónoma de México. 2013. Lineamientos Generales para la Igualdad de Género en la UNAM. Disponible en: <http://www.dgcs.unam.mx/Lineamientos.pdf>.
- Universidad Nacional Autónoma de México. 2016. Protocolo para la atención de casos de violencia de género en la UNAM. Disponible en: <http://igualdaddegenero.unam.mx/wp-content/uploads/2016/08/protocolo-de-actuacion-en-casos-de-violencia-de-genero.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. 2018. Documento básico para el fortalecimiento de la política institucional de género de la UNAM. Disponible en: <https://consejo.unam.mx/comisiones/especial-de-equidad-de-genero/reglamentos-y-lineamientos/493-dbfpjg>
- T. Davids, F. Van Driel, F. Parren. Feminist change revisited: gender mainstreaming as slow revolution. Journal of International Development, 2013, Published Online In Wiley Online Library, (Wileyonlinelibrary.Com) Doi: 10.1002/jid.2945.
- C. Roggeband. Gender mainstreaming in dutch Development cooperation: the dialectics of progress. Journal of International Development, 2013, Published online in Wiley Online Library, (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/jid.2952.
- A. Van Eerdewuk, T. Davis Escaping the mythical beast: gender mainstreaming reconceptualised. Journal of International Development, 2013, Published online in Wiley Online Library, (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/jid.2947
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. 2018. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/Asignaturas/Optativas/Profundizacion/TEMAS_SEL_ECTOS_DE_PRODUCCION_Y_ECONOMIA_PECUARIA-Participacion_de_hombre_y_mujer_en_el_sector_rural.pdf.
- Coppens, F. y Van de Velde, H. Sistematización texto de referencia y de consulta. 2005. Curso_E-DC-6.1. 125 p.



LA IMPORTANCIA DE PROGRAMAS INTERNOS EN LOS ÁMBITOS INDUSTRIALES, DE DETECCIÓN Y MANEJO DE RIESGOS PSICOSOCIALES

Gilda Jiménez Becerril

**Centro Veracruzano de
Especialidades en Psicología**

INTRODUCCIÓN

Los factores psicosociales en el trabajo consisten, por una parte, en interacciones entre el trabajo, la satisfacción en el mismo, su medio ambiente y las condiciones de su organización, y, por otra, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, pueden influir en la salud y en el rendimiento laboral.

El trabajo en el sector industrial es un trabajo de riesgo, y dentro de los tratados nacionales e internacionales, el factor humano es lo primero a tomar en cuenta ante un accidente, por lo que es de vital importancia la identificación de factores de riesgo psicosociales que permitan prevenir cualquier factor de riesgo dentro de las empresas, así como cumplir con las normas oficiales mexicanas.

El uso de estos instrumentos es para analizar los riesgos psicosociales en los puestos de trabajo de los trabajadores, en primer lugar, para detectar errores o deficiencias organizacionales y, en segundo lugar, para diseñar las medidas preventivas necesarias para cambiar las condiciones laborales generadoras de dichos factores. Y es que la exposición a riesgos físicos y psicosociales en el trabajador puede influir en la salud psicológica y física. La prevención, detección e implementación de acciones correctivas permitirán que las embarcaciones disminuyan el riesgo de tener algún accidente por algún factor psicosocial.

MARCO NORMATIVO

- PO-SO-TC-0009-2015: Procedimiento operativo para la identificación, evaluación y control de los factores psicosociales de riesgo en los centros de trabajo, versión 1, mayo 2015, PEMEX.
- Clave: 800/16000/DCO/GT/050/10: Guía Técnica del Elemento Factores Psicosociales de Riesgo, Revisión 1,01/01/2010.
- Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, 13 de noviembre del 2014, Secretaría del Trabajo y Previsión Social-Artículo 43.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículos 4 y artículo 123, apartado A, fracciones XIV y XV.

NIVELES Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS PSICOSOCIALES

Nivel de riesgo	Necesidad de acción
Muy alto	Se requiere realizar el análisis de cada categoría y dominio para establecer las acciones de intervención apropiadas mediante un programa de intervención, que podrá incluir una evaluación específica y deberá contemplar campañas de sensibilización, revisar la política de prevención de los factores de riesgo psicosocial, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión.

Alto	<p>Se requiere realizar un análisis en cada categoría y dominio, de manera que se puedan determinar las acciones de intervención apropiadas a través de un programa de intervención, que incluya una campaña de riesgos psicosociales y programas para la prevención de estos, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión.</p>
Medio	<p>Se requiere revisar la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de estos, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral, así como reforzar su aplicación y difusión mediante un programa de intervención.</p>
Bajo	<p>Es necesario una mayor difusión de la política de prevención de riesgos psicosociales y programas para la prevención de estos, la promoción de un entorno organizacional favorable y la prevención de la violencia laboral.</p>
Nulo	<p>El riesgo resulta despreciable, por lo que no se requieren medidas adicionales.</p>



Los programas internos en la industria consisten en:

- Identificación de riesgos psicosociales a través de una encuesta del ambiente laboral.
- Medir los resultados.
- Establecer un plan de acción.
- Medir los resultados en un periodo máximo de un año.
- Mejora continua de los resultados.

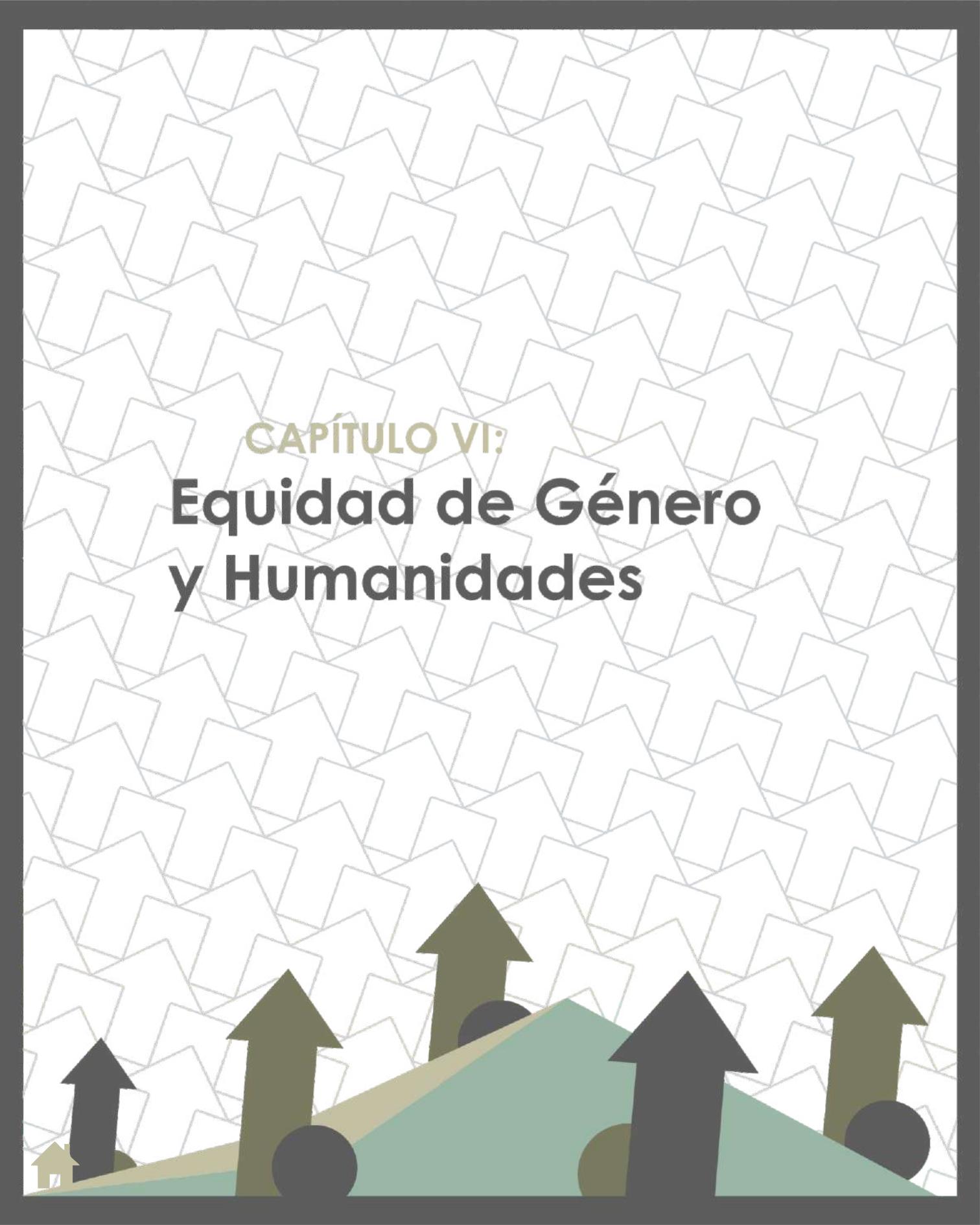
CONCLUSIONES

El establecimiento de estos programas de mejora continua reduce los riesgos psicosociales, mejoran el ambiente laboral y la cultura organizacional, además de prevenir los riesgos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Evaluación de la satisfacción laboral: métodos directos e indirectos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. España, 1988.
- Trabajo nocturno y trabajo a turnos: alimentación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. España, 1993.
- Satisfacción laboral: encuesta de evaluación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. España, 1988.
- El estrés: proceso de generación en el ámbito laboral. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. España, 1993.
- Prevención del estrés: intervención sobre el individuo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. España, 1994.
- Prevención del estrés: intervención sobre la organización. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. España, 1997.
- Instituto del Trabajo, salud y organizaciones, Universidad de Nottingham, 2005, Reino Unido. OMS.Consulta:<http://prevencionar.com.mx/2017/05/28/afoe-metodologia-la-identificacion-los-factores riesgo-psicosocial-entornos-organizacionales/> Consulta:<http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/1559/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). Análisis de los datos cuantitativos. En Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (Eds.), Metodología de la investigación (pp. 407-498). México: Mc Graw Hill.
- PEMEX-PEP (2010) Guía técnica del elemento factores psicosociales de riesgo del Subsistema de Salud en el Trabajo de PEMEX-SSPA. (48-72).
- PEMEX-PEP. (2002). Manual de inducción para contratistas, proveedores y visitantes especiales de la Región Marina Suroeste. México: PEMEX-PEP.
- Sociedad Mexicana de Psicología. (2004). Código de ética del psicólogo. Ed. NTP-705 Manuel Fidalgo Vega (2013). Síndrome de estar quemado por el trabajo "burnout" (II): Consecuencias, evaluación y prevención. Navarra, España Notas Técnicas de Prevención.

- NTP-705 Manuel Fidalgo Vega (2013). Síndrome de estar quemado por el trabajo "burnout" (II): Consecuencias, evaluación y prevención. Navarra, España Notas Técnicas de Prevención.
- NTP-840 Matilde Lahera y Clotilde Nogareda (2009): El Método De INSL (Instituto Navarro de Salud Laboral) para la identificación y evaluación de factores psicosociales. Navarra, España: Notas Técnicas de Prevención.
- NTP-702 Clotilde Nogareda y Antonia Almodóvar Molina. (2003). El proceso de evaluación de los factores psicosociales. Ministerio de Trabajo y Asunto Sociales España. Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España: Notas técnicas de prevención).



CAPÍTULO VI:

Equidad de Género y Humanidades



PARTICIPACIÓN DE MUJERES ARTESANAS NAHUAS EN GRUPOS ORGANIZADOS DE MIXTLA DE ALTAMIRANO, VERACRUZ

Venus Valeria Corona Hernández¹
Guadalupe Beatriz Martínez Corona¹
María Esther Méndez Cadena¹
Rufino Díaz Cervantes¹
Estela Casados González²

**Colegio de Posgraduados,
Campus Puebla¹**

**Maestría en Estudios de Género,
Universidad Veracruzana²**

RESUMEN

Las mujeres indígenas en México viven en situación de pobreza y desigualdad, que está asociada a la violencia estructural y a construcciones de género, etnia y generación que reproducen inequidades y exclusión social. Se presentan resultados cuyo objetivo fue conocer y analizar la participación de mujeres nahuas en dos grupos artesanales del municipio de Mixtla de Altamirano, Veracruz, México, y los efectos en su condición y posición de género. La perspectiva de género e interseccionalidad con las categorías de clase, etnia y generación fue el enfoque teórico de la investigación. En la metodología, se emplearon técnicas cualitativas y cuantitativas como observación participante, cuestionarios y entrevistas en profundidad aplicados a las socias de los grupos 'masehualtlachihualistle' y 'xochitlachihuali'. Se observó que la participación de las artesanas se vincula al acceso a subsidios productivos y a espacios de comercialización, facilitados por actores sociales que han influido en su proceso de desarrollo. Su agenda se centra en mejorar la producción y comercialización de artesanías, que incrementa su carga de trabajo y dependencia hacia las instituciones que proporcionan financiamientos. Los cambios en su condición de género fueron el acceso a ingresos, disminución de dependencia económica hacia los varones, pero incremento en sus jornadas de trabajo. Reconocerse como artesanas organizadas les produce mejora en su autoestima; la participación en el grupo y su relación con las instituciones no les genera autonomía, ni cuestionan las relaciones de género y etnia que reproduce su posición de subordinación. Se recomienda a los programas gubernamentales considerar la problemática de desigualdad de género y etnia que viven las mujeres indígenas, con el fin de favorecer procesos reflexivos sobre derechos humanos, género y organización productiva, así como impulsar procesos de empoderamiento de las mujeres artesanas a partir del desarrollo de capacidades.

Palabras clave: Género, organización productiva, etnidad, empoderamiento.

INTRODUCCIÓN

Las mujeres indígenas en México se enfrentan a grandes problemas de orden estructural, social y cultural, mismos que limitan su acceso a espacios de participación en organizaciones, reproducen sus condiciones de pobreza y, en consecuencia, les impide mejorar sus condiciones de vida; por lo tanto, analizar el proceso de participación de las mujeres indígenas, y particularmente las que se dedican al quehacer artesanal, desde una perspectiva de género, es necesario porque se han visibilizado muy poco, y resulta importante identificar su presencia en los procesos de desarrollo social.

El interés por llevar a cabo este tema de investigación en un municipio del estado de Veracruz se debe a la preocupación evidente sobre los altos índices de pobreza, marginación y rezago social que caracterizan a Mixtla de Altamirano, ya que es uno de los municipios con peores condiciones de vida. De acuerdo a Morales (2013, p. 187), “la pobreza del municipio parece ser un problema sin solución, que se ha ido agravando con el crecimiento poblacional”.

En este municipio, la actividad artesanal juega un papel muy importante en la generación de ingresos para las mujeres, que usualmente se dedican al trabajo reproductivo y participan en labores agrícolas y de producción de traspatio, sin remuneración. Este quehacer textil, aprendido de sus madres o abuelas y practicado al interior del hogar, se ha convertido en una alternativa de generación de ingresos no agrícolas con el que satisfacen parte de sus necesidades básicas, asociadas a sus asignaciones de género, por lo cual se consideró conveniente indagar cómo estos procesos sociales inciden en las diferentes esferas de su vida pública y privada.

El objetivo de la investigación fue analizar cómo es la participación de mujeres nahuas en los grupos artesanales 'masehualtlachihualistle' y 'xochitltlachihuali' y cuáles son sus efectos en la transformación de su condición y posición de

género, y a partir de ello proponer estrategias que incidan directamente en procesos de empoderamiento de género y en el desarrollo social.

ACTIVIDAD ARTESANAL, ORGANIZACIÓN Y GÉNERO

De acuerdo a Parra, Martínez, Herrera y Fernández (2007), la participación de mujeres en actividades artesanales es un proceso que regularmente inicia desde la infancia, donde, a través de la observación y como parte de la dinámica familiar, desarrollaron estas habilidades, manteniendo estos conocimientos como parte de sus estrategias de reproducción social.

La elaboración de artesanías es parte de un patrimonio cultural que identifica a las mujeres nahuas de este municipio y que han conservado durante años, la cual forma parte de sus quehaceres cotidianos y complementa su vida económica, social y ambiental, incluso se considera como una de las manifestaciones de elementos estéticos que simboliza parte de la cosmovisión indígena femenina de la zona de estudio.

Las experiencias de organizaciones de mujeres indígenas son un campo para explorar las características de las relaciones y asignaciones sociales que se reproducen en el ámbito personal, familiar y comunitario. Se plantea que su participación en tales grupos puede constituirse en espacios de reflexión y desarrollo de habilidades, así como capacidades útiles en procesos de empoderamiento.

Martínez (2000) señala en diversos análisis que con frecuencia las mujeres

mujeres indígenas se organizan, principalmente para paliar los efectos de la crisis económica sobre los hogares y comunidades como estrategia de supervivencia. A lo anterior se suma la interseccionalidad de clase, etnia y género, que las sitúa en una condición de empobrecimiento y subordinación; sin embargo, al formar colectivos y tener una participación a partir de objetivos y logros comunes, se observan cambios identitarios, puesto que enfrentan los retos críticos que les representa su participación.

En Mixtla de Altamirano, Veracruz, dos grupos de artesanas se constituyeron ante la invitación institucional de agruparse para ser beneficiarias de proyectos productivos y culturales en torno al arte textil, y contar con recursos materiales y económicos para impulsar su producción artesanal, venderla y contribuir con ingresos en el grupo familiar. La integración en grupos fue en gran medida parte de los requisitos que las instituciones gubernamentales les han solicitado como condicionante para recibir apoyos, aún y cuando no se constituyan en una organización formalmente registrada.

Resultó importante conocer las características de la participación de las mujeres en los grupos para analizar si esta se constituye como una oportunidad de transformación social, además de identificar sus características y si ha contribuido en la visibilización y reconocimiento de su trabajo y derechos, incremento de habilidades y capacidades y fortalecimiento de sus identidades étnicas y de género, esto con el fin de avanzar en la construcción de relaciones de género más equitativas e igualitarias.

A lo largo de la historia, la sociedad ha dividido a las personas de acuerdo a las características biológicas asociadas al sexo, asignándoles roles e identidades culturalmente construidas. Para Scott (2008, p.65), “el género es un elemento constitutivo de las relaciones sociales, basadas en las diferencias percibidas entre los sexos, mientras que el género es una forma primaria de las relaciones

relaciones simbólicas de poder".

No obstante, es importante considerar que "ya no se trata de la historia de lo que ocurrió a las mujeres y los hombres (...), se trata más bien de la significación subjetiva y colectiva que una sociedad da a lo masculino y lo femenino (...)" (Scott, 1999, p. 6). Esto quiere decir que, para saber cómo esta significación se ha venido reproduciendo y se constituye en patrones y normas naturalizadas, las cuales inducen a las personas a considerar que los estereotipos que de ahí surgen forman parte de su 'deber ser' como hombres o como mujeres.

El concepto de género en las ciencias sociales ha sido una herramienta fundamental para ahondar en la forma en que las mujeres y los hombres nos construimos, nos relacionamos y ejercemos poder, además de cómo estos aspectos inciden en las identidades, que son múltiples y nos permiten cuestionar aquellos aspectos que han sido naturalizados, como el caso del orden jerárquico entre hombres y mujeres.

METODOLOGÍA

En esta investigación, se adoptó una postura metodológica mixta con enfoque de género para conocer y analizar la situación de las mujeres y los hombres en los grupos domésticos estudiados. Asimismo, se emplearon herramientas teóricas y metodológicas que incluyeron técnicas cualitativas y cuantitativas para la recolección de la información, mismas que propiciaron el análisis y reflexión sobre los procesos de identidad, condición y posición de género,

considerando los aspectos de clase, etnia y generación que caracterizan a las mujeres de estos grupos y de su entorno social.

La perspectiva de género como herramienta teórica, metodológica y política, permitió distinguir los rasgos de la construcción cultural, ya que puede ser utilizada en la reivindicación de los derechos humanos y en el compromiso en la construcción de la igualdad tanto de mujeres como de hombres, procurando así nuevas formas de relaciones y estructuras más equitativas (Martínez y Díaz, 2005; Lagarde, 1993).

En este trabajo, participaron 15 artesanas nahuas; un grupo está integrado por siete mujeres y el segundo por ocho. Se empleó un cuestionario, cuya elaboración partió del interés por conocer las características de los grupos domésticos y de los aspectos sociodemográficos de las artesanas participantes en la investigación. Se realizaron 12 entrevistas en profundidad sobre su lengua nativa, y este fue el instrumento que permitió ahondar en las características de su proceso organizativo y los efectos en su condición y posición; los grupos focales se conformaron en tres reuniones grupales con las artesanas, para lo cual se emplearon preguntas detonadoras sobre su organización, problemáticas y la planeación de acciones que visualizaron emprender.

RESULTADOS

El promedio de edad de las 15 mujeres participantes en los grupos es de 58.4 años, sin embargo, si se obtiene esta media sin considerar a la única integrante de 25 años, la media sube a 61.2 años, lo cual refleja su edad avanzada. De las

15 artesanas, diez hablan náhuatl, una habla español y cuatro son bilingües, porque se comunican en ambos idiomas; no obstante, para las mujeres monolingües, éste es un factor que las ha excluido de la relación directa con las diversas instituciones y actores sociales, no porque ellas sean el problema, sino porque las diversas instituciones y personas con las que se vinculan no hablan el idioma náhuatl, lo que obstaculiza la comunicación, distorsiona la información y genera controversias.

Las fuentes de ingreso de las y los integrantes de la familia provienen principalmente de las siguientes actividades: 34.9% artesanales, cuyos ingresos son significativos para el grupo doméstico a través de la venta de sus artesanías, 20.9% agrícolas, 16.3% comerciales, 16.3% estudiantes, quienes no perciben ingresos por salario, pero en algunos casos reciben becas, 4.7% migración, 4.7% son amas de casa y 2.3% se dedican a la albañilería o algún empleo temporal.



Artesana en su tienda de abarrotes

Asimismo, las mujeres realizan la comercialización de artesanías y pequeños excedentes de la producción agrícola del grupo doméstico en el mercado regional que se ubica en el vecino municipio de Zongolica, Veracruz, donde regularmente venden los días jueves y domingos de tianguis, lo cual muestra su empeño para la búsqueda de recursos que les permiten adquirir algunas provisiones de la canasta básica o incluso intercambiar productos (trueque) con otras personas, como lo describe el siguiente testimonio:

Yo voy a vender los días jueves y domingos, llevo mi artesanía y lo que produzco en el terreno, como los quelites, que son de hierba mora, quelite amargo, chayotes, todo depende de la temporada. Cuando necesito dinero llevo dos o tres pollos. Ahí sale para comprarme mi azúcar, detergente, chile, jitomate o chichiquelite de los que traen de la zona cálida. Y ya si Dios dice, me compran alguna artesanía, ahí me ayudo más. No me confío tanto en la artesanía, porque a veces no vendo y por eso llevo otras cosas. La mitad de la artesanía la dejo en Zongolica y la otra mitad la tengo aquí, no puedo llevar todo porque pesa, y no hay quien me vaya a encaminar (Luz, 65 años, 2018).

La diversidad de estrategias de reproducción productivas y reproductivas, entre las que se encuentran el cuidado de menores, el trabajo doméstico que se realiza en condiciones de insuficiencia de servicios de infraestructura, particularmente por las mujeres, mismas que conforman los grupos domésticos y garantizan su reproducción en condiciones de precariedad, porque, como ellas lo mencionan, la remuneración que obtienen por sus productos solo cubre una pequeña parte de sus necesidades básicas, por lo que alternan las actividades y combinan posibilidades para obtener ingresos.

Los grupos de artesanas se han formado a partir de la necesidad de cumplir

con los requisitos que exigen las instituciones para acceder a subsidios o apoyos de manera colectiva, lo cual también les representa un medio para satisfacer sus necesidades prácticas.

El grupo 'xochitlachihuali' se formó a partir de la invitación de la directora de la radiodifusora de Zongolica, lo que las ha vinculado para participar en diversas expo-ventas que organiza la CDI y a acceder a proyectos sociales productivos que se derivan de la misma institución, de modo que se observa la influencia de actores externos para la conformación de organizaciones comunitarias.

Yo voy a vender los días jueves y domingos, llevo mi artesanía y lo que produzco en el terreno, como los quelites, que son de hierba mora, quelite amargo, chayotes, todo depende de la temporada. Cuando necesito dinero llevo dos o tres pollos. Ahí sale para comprarme mi azúcar, detergente, chile, jitomate o chichiquelite de los que traen de la zona cálida. Y ya si Dios dice, me compran alguna artesanía, ahí me ayudo más. No me confío tanto en la artesanía, porque a veces no vendo y por eso llevo otras cosas. La mitad de la artesanía la dejo en Zongolica y la otra mitad la tengo aquí, no puedo llevar todo porque pesa, y no hay quien me vaya a encaminar (Luz, 65 años, 2018).

Para el caso del grupo 'masehualtlachihualistle', la iniciativa de integrarse surgió a partir de la inquietud de una de las artesanas, que dedujo que si se conformaban como grupo podrían presentarse ante las autoridades o instituciones para gestionar apoyos para la elaboración de sus artesanías, y con ello trabajar de manera constante para vender sus prendas y obtener ingresos que solventaran gastos en sus grupos domésticos.

Cuando empezamos a formar el grupo, hicimos una solicitud para enviarla al presidente, que en ese entonces estaba de candidato, él nos recibió la solicitud. Ya cuando ganó, lo fuimos a buscar, le dijimos que si nos iba a apoyar o ya no. Nos dijo que sí, que nos iba a venir a dejar el apoyo hasta el barrio, vimos que no venía. Entonces volvimos a ir a verlo, esa vez nos recibió su esposa y nos dijo que teníamos que cambiar a algunas personas que estaban en la lista porque eran de otro partido, solo así nos iban a dar el apoyo. En realidad, el apoyo venía del Ayuntamiento, en esa semana vinieron a dejarnos \$5,000.00 pesos, pero comenzaron a llegar más mujeres, y nos dijo que eso tenía que ser para 30 personas. Empezamos a llamar a las vecinas que sabían hacer tlapiales, alguna servilleta o algo así, no todas eran artesanas de lana. Finalmente, nos tocó de a \$150.00 pesos, nos hizo firmar un recibo y dijo que guardáramos nuestra copia (María, 50 años, 2018).

El testimonio anterior muestra el clientelismo político, a través del cual muchas veces las mujeres pueden obtener recursos con consecuencias de exclusión para algunas artesanas interesadas en trabajar en grupo e incluir a otras que no tienen ese interés. La señora María, por sus gestiones, se convirtió en líder del grupo desde hace aproximadamente 20 años, que ha permanecido sin registro formal, pero lo que sí lograron fue conformar un comité, que hasta el día de hoy sigue vigente.

Para Burin, Karl y Levin (1998), cuando las organizaciones han sido formadas a partir de un promotor, dirigente político o social, externo al grupo desde una postura paternalista como condición que canaliza un subsidio. La elección de participar no siempre se da por afinidad al grupo, sino meramente por la posibilidad de acceder a un servicio o un beneficio, lo que ocasiona que no

pertenencia, pues el agrupamiento es forzado y los agentes externos mantienen el poder gracias al manejo de información; además, las acciones paternalistas o autoritarias impiden lograr una participación efectiva de la gente.

A partir de la organización en grupos de trabajo, las mujeres han transitado a espacios de participación a los que comúnmente no tenían acceso y que les ha permitido vincularse con personas, lo cual ha incidido en su proceso de desarrollo, así como en la mejora de su condición y posición de género.

Estamos mejor porque estamos organizadas, al momento de pedir un apoyo, vamos en grupo y sí nos ayudan, aunque al inicio fue un poco difícil porque no sabíamos a dónde ir. Después, yo les dije a las compañeras que mejor trabajáramos con proyectos y que fuéramos a pedir apoyo a las oficinas. Gracias a Dios si nos han apoyado, aunque algunos a veces nos dicen que no, pero nosotras no nos desesperamos, porque nos gusta trabajar en lo de la artesanía (María, 50 años, 2018).



Artesana textil en el Festival Regional de Artes Textiles 2017

El hecho de ser parte del grupo les ha generado la posibilidad de emprender acciones que no las podrían hacer por sí solas, como conseguir recursos ante las autoridades o instituciones; por lo tanto, el grupo de trabajo sirve como respaldo para evidenciar que las artesanas llevan a cabo gestiones que les permitan beneficiarse colectivamente. Sin embargo, también se han generado relaciones de dependencia hacia los actores que han llevado a cabo procesos de acompañamiento con ellas, lo cual no favorece su proceso de autonomía.

Por otra parte, solo existe una mujer joven en uno de los grupos de trabajo, lo que demuestra el desinterés y la escasa participación por parte de las jóvenes de luchar por preservar su patrimonio cultural. Las causas principales son que la producción de textiles no es una actividad que les genere mucha rentabilidad, pues se ha perdido el uso de indumentaria tradicional en la Sierra de Zongolica, y a otras simplemente no les gusta desarrollar esta actividad (por las horas que implica realizar una prenda, por la dificultad de aprender a tejer, por las múltiples cargas de trabajo dentro de su hogar, entre otros motivos). Ante este panorama, la actividad artesanal ha ido disminuyendo con el paso del tiempo.

Yo aprendí a tejer porque mi suegra me enseñó y me animó, pero veo que a las muchachas de aquí no les gusta tejer, no quieren aprender, se desesperan, algunas me dicen que solo van a perder el tiempo porque no creen que vendan lo que hacen. Yo, por ejemplo, recibo dinero de la venta de las artesanías que hago como una vez al mes, eso me ayuda y lo ocupo en alguna cosa que necesito para mi casa y... si me va mejor, me compro algo para mí (Patricia, 25 años, 2018).

Los programas que se han implementado para el rescate de este sector productivo han sido insuficientes y no plantean en su agenda la promoción de mujeres jóvenes que continúen con la elaboración de artesanías, por lo tanto, solo las adultas mayores conservan los conocimientos del uso de instrumentos y técnicas milenarias, razón por la que adquieren otro significado en sus vidas.

Me gusta mucho el trabajo que realizo, me siento contenta cuando alguien viene de fuera a preguntarme sobre lo que hago, también cuando me invitan a salir a otros lugares. Yo ahorita le estoy enseñando a tejer la faja de granada a una de las hijas de otra artesana; le cuesta, pero va aprendiendo poco a poco. Siento que, si algún día falto, me deja tranquila haberle enseñado a alguien lo que sé. Por eso soy 'masehual', mujer indígena que sabe hacer trabajos a mano, no de fábrica ¡Nuestro trabajo es bendito!, porque lo que hacemos lo ocupamos para ayudarnos (Raquel, 65 años, 2018).



Artesana tejiendo en telar de cintura

CONCLUSIONES

A través de esta investigación, se encontró que el interés de participación de las mujeres está centrado en la obtención de recursos para la elaboración y venta de sus artesanías, con el fin de generar ingresos para satisfacer parte de sus necesidades básicas en sus grupos domésticos, lo cual responde a sus intereses prácticos, además de conservar sus saberes y tradiciones como artesanas.

En cuanto a los intereses estratégicos, estos no están presentes en la agenda ni objetivos de los grupos artesanales analizados, lo cual se debe a que su participación se ha limitado a la obtención de recursos y su utilización en la producción artesanal, así como en desarrollar estrategias de comercialización con apoyo de agentes externos. Asimismo, en uno de los grupos se observa la concentración del poder, la toma de decisiones y la distribución de beneficios en el líder del grupo, y no existe rotación de cargos; por lo tanto, no existe una participación efectiva, y aún requieren desarrollar capacidades que las pueda llevar a considerar su atención hacia intereses estratégicos para superar su posición de subordinación, además de reflexionar sobre la interseccionalidad que las subordina: género, etnia, edad y la situación de empobrecimiento en la que viven, así como la falta de acceso a educación formal y no formal.

Las artesanas, al constituirse en grupos de trabajo, han podido acceder a recursos a través de su trabajo artesanal y con el acceso a espacios de comercialización, asociado a la oportunidad que les han brindado para la recepción de recursos económicos y en especie (materias primas textiles), lo cual les permite continuar la producción artesanal y recibir ingresos que palian parcialmente sus necesidades básicas. Sin embargo, en un ambiente marcado por altos índices de pobreza, marginación y rezago social, los avances no son suficientes para satisfacer las necesidades que se reproducen

en el contexto de marginación en que se encuentra el municipio de Mixtla de Altamirano, Veracruz.

Debido a esta situación, se plantea que, en los contextos comunitarios indígenas, el trabajo artesanal desde grupos organizados es clave para generar redes de apoyo con otros actores sociales, que pueden influir en su formación como grupos organizados y fortalecer procesos de transformación social, por lo que resulta importante favorecer procesos de reflexión que cuestionen su participación y la incidencia que están teniendo en su entorno local.

La mejora en su posición se refiere a que han podido establecer ciertas redes de apoyo, tanto institucionales como de actores sociales, que las ayudan en sus procesos de producción y comercialización. Sin embargo, no se han modificado aspectos que tienen que ver con las condiciones en sus relaciones de poder, ya que el poder de negociación es limitado tanto al interior como al exterior del grupo; solo se observaron pequeños cambios relacionados con el acceso a toma de decisiones al interior de sus grupos domésticos, todo esto aunado a su etapa de ciclo vital como mujeres.

Asimismo, no se observó que, en la agenda de la organización ni en la de las instituciones que les proporcionan recursos, se incluyan temas como derechos humanos, género en el desarrollo o algún tema afín que contribuya con su proceso de mejora tomando en cuenta una perspectiva de género. Por ello, se puede afirmar que estas agencias reproducen relaciones de dependencia y tiene un enfoque puramente asistencialista o de clientelismo político.

Por otro lado, no se incluyen mujeres jóvenes que hagan el remplazo generacional en los grupos, por lo que la sustentabilidad de los mismos se encuentra en riesgo. La cultura organizativa debe cuestionarse, de manera

que se establezcan procesos de reflexión que se encaminen a formular mejoras en la organización, y que esto permita fortalecer la participación efectiva que las impulse hacia procesos de empoderamiento individual y colectivo.

Se considera que los objetivos planteados se alcanzaron gracias al acercamiento en la identificación de las características de la participación de las mujeres en los grupos artesanales, acompañarlas en reuniones de trabajo y en sitios de venta, así como entender la problemática de la comercialización (que es uno de los aspectos que las artesanas priorizan) y de las relaciones con las instituciones que las apoyan. En este tema en el que difícilmente se puede hablar de relaciones interculturales, sino más bien de multiculturalidad, la intención de las instituciones es cumplir los mandatos de proporcionar recursos, pero están comprometidos en facilitar procesos de desarrollo endógeno a largo plazo, motivo por el cual este tipo de investigaciones resultan prioritarias en estos contextos sociales.

Por lo anterior, se incluyen propuestas que pueden ser de utilidad para destacar la importancia de las intervenciones sociales en favor de la mejora de la condición y posición de género de las mujeres indígenas, así como la necesidad de establecer relaciones interculturales entre actores sociales, cuyo mandato es impulsar el desarrollo social, que debiera impulsarse con enfoque de superación de las desigualdades y de la injusticia, dadas las condiciones de reproducción de las vulnerabilidades, particularmente entre los pueblos originarios.

Para el caso de las instituciones, se plantea que se incluya en los programas de apoyo a estas organizaciones de mujeres indígenas, además de estrategias de intervención que faciliten el desarrollo organizacional, en las que se favorezcan procesos de participación efectiva, así como la reflexión desde la

perspectiva de género, que considere otros factores que las atraviesan, tales como la edad, la etnia, la posición de parentesco al interior de sus grupos domésticos y el ejercicio de sus derechos y de mejora de su condición y posición de género.

También resulta importante diseñar estrategias de intervención para el desarrollo social desde una perspectiva de género en contextos indígenas que considere los siguientes planteamientos:

- Dar valor al conocimiento comunitario y a las prácticas sociales desde el ámbito local a través de relaciones interculturales.
- Destacar y valorar las capacidades, potencialidades y valores que poseen como mujeres indígenas nahuas organizadas, considerando la forma en que las mujeres viven, trabajan y se organizan para así fomentar relaciones igualitarias de poder y estrategias para la superación de conflictos entre géneros, intra géneros y grupos.
- Generar espacios de sensibilización y reflexión sobre derechos humanos con perspectiva de género y etnia.
- Evaluar las formas organizativas locales de forma participativa, con el fin de mejorar la cultura organizacional hacia procesos democratizadores.
- Promover el acceso a la información en su propio idioma y adaptarlo a sus formas de comunicación.

Con la implementación de este tipo de estrategias en los modelos de intervención, se pueden impulsar procesos de desarrollo integral que tomen en consideración, de manera efectiva, el panorama real de la desigualdad e injusticia social en el que viven mujeres indígenas de Mixtla de Altamirano y de otras comunidades indígenas.

BIBLIOGRAFÍA

- Burin, D., Karl, I., y Levin, L. (1998). Hacía una gestión participativa y eficaz: manual con técnicas de trabajo grupal para organizaciones sociales. Buenos Aires, Argentina: CICCUS.
- Lagarde, M. (1993). Los cautiverios de las mujeres: madresposas, monjas, putas, presas y locas. México: UNAM.
- Martínez, C. B. (2000). Género, empoderamiento y sustentabilidad. Una experiencia de microempresa artesanal de mujeres indígenas. México: GIMTRAP.
- Martínez, C. B., y Díaz, C. R. (2005). Metodologías de capacitación de género con mujeres rurales en México 1990-2003. México: Colegio de Postgraduados.
- Morales, C. C. (2013). El carnaval de Mixtla de Altamirano Reproducción identitaria y legitimidad política en la sierra de Zongolica, Veracruz. Revista de El Colegio de San Luis, 3(5), 184-205. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcts/v3n5/v3n5a9.pdf>
- Parra, S. B., Martínez, C. B., Herrera, C. E., y Fernández, C. A. (2007). Reproducción campesina, recursos naturales y género en una comunidad campesina de Puebla, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 4(1). Obtenido de <http://www.colpos.mx/asyd/volumen4/numero1/asd-08-004.pdf>
- Scott, W. J. (2008). Género e historia. México: Fondo de Cultura Económica, Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
- Scott, W. J. (1999). Gender and the politics of history. New York: Columbia, University Press.

MUJERES QUE IMPULSAN A OTRAS MUJERES: GÉNERO Y VOCACIÓN CIENTÍFICA.

EL CASO DEL CAMPAMENTO DE EMPODERAMIENTO CIENTÍFICO “POR MÁS MUJERES EN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (INAOE – CONACYT)”

Mirza Aguilar Pérez¹

María Fernanda Enríquez Valencia²

Janina Nava Ariza³

**Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla¹**

Universidad de Colima²

**Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica
y Electrónica³**

INTRODUCCIÓN

La universidad es una institución educativa que tiene más de cuatro siglos, y la presencia masiva de mujeres en ella es relativamente reciente. Algunas tuvieron la oportunidad de ingresar formalmente en diversos países hasta finales del S. XIX. En México, estas empezaron a entrar masivamente a las aulas hasta mediados del S XX.

La ausencia de las mujeres en la ciencia se ha ido equilibrando, pero en algunos campos aún es notorio que hay trabajo por hacer. Algunos programas se han implementado para incentivar las vocaciones científicas entre las mujeres jóvenes y estos, a su vez, han incorporado estrategias complementarias para desestructurar las relaciones tradicionales de género que obstaculizan su entrada a las áreas STEM.

El objetivo del presente artículo es visibilizar la importancia de la perspectiva de género para incentivar la vocación científica de mujeres jóvenes, centrándonos en un estudio de caso específico que es el campamento de empoderamiento científico “Por más mujeres en la ciencia y la tecnología (CONACYT-INAOE)”.

Para llevar a cabo nuestro objetivo, nos centramos en una metodología cualitativa. Las principales técnicas que llevamos a cabo son investigación y acción de 2014 a 2019, periodo en el que se han realizado talleres sobre género, diversidad y derechos humanos, así como observación participante. En la última edición, se realizó el mencionado taller, además de entrevistas semiestructuradas a seis adolescentes que asistieron al campamento, cuatro entrevistas semiestructuradas a las organizadoras y tres entrevistas semiestructuradas a mujeres científicas que participaron como ponentes en el campamento de empoderamiento científico.

MUJERES Y CIENCIA: UNA CARRERA DE OBSTÁCULOS

Cuando México logró su independencia, esta fue sólo para un grupo de la población, para el cual se buscó educación científica y literaria, además de laica (Diego Valadés, 2001: 543, 550). Gabino Barreda sistematizó y organizó a las escuelas profesionales que existían en México, hizo que estas tuvieran bases consideradas científicas y emancipó a los estudiantes de prejuicios religiosos (Valadés, 2001: 543, 550, 555-557). Sin embargo, el acceso a este avance educativo y científico no se dio en igualdad para hombres y mujeres, porque a ellas se les atribuyó una lógica distinta y desigual, como afirma Estela Serret (2008), confinándolas al espacio doméstico (Citado por Buquet, Cooper, Mingo y Moreno, 2013).

Las mujeres en las ingenierías, en el desarrollo científico y tecnológico, son uno de los principales retos de la equidad educativa y profesional. Sánchez y Corona (2009) igualmente afirman que las mujeres en la ciencia han pasado por un largo camino, que se podría asemejar a una carrera de obstáculos, particularmente en las ingenierías, donde, en su opinión, hay una segregación por los estereotipos que se le asocian (citado por Habib, Alfaro y Zambrano, 2016).

México, según establece Razo Godínez (2008), de 1970 a 2008 incrementó la presencia femenina, pasando del 17% al 50% en estudios de licenciatura (citado por Habib, Alfaro y Zambrano, 2016). De acuerdo con los datos de la Secretaría de Educación Pública (SEP) en los informes anuales *Principales cifras del sistema educativo de los Estados Unidos Mexicanos*, en 2010 ingresaron 1,294,131 hombres y 1,236,794 mujeres, y al año 2013 la presencia femenina fue de 1,416,539, lo cual indica que 179,745 mujeres más ingresaron en ese año (citado por Habib, Alfaro y Zambrano, 2016).

Según los datos que brinda la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de la República Mexicana (ANUIES), en las instituciones de educación superior (públicas y privadas) en el ciclo escolar 2011-2012, el número de estudiantes mujeres representaba el 49.32 % de la matrícula de educación superior nacional (ANUIES, 2012). Aunque la cantidad de mujeres fuera significativa y pudiera significar que, a mayor cantidad de mujeres estudiando la educación superior más investigadoras abría, los datos señalaban cifras diferentes; el Sistema Nacional de Investigadores en 2014 tenía un total de miembros de 21,359, donde sólo 7,444 eran mujeres, representando sólo el 34.85% del total de investigadores nacionales (citado por Mendieta, 2015).

Complementario a esta información, la UNESCO (2018) encontró que en México sólo el 33% de mujeres son investigadoras, y es que las mujeres investigadoras en el mundo son una minoría, lo cual refleja que la brecha de género invade también el área de la investigación científica, dejando a las mujeres fuera de la creación de conocimiento científico.

En el estado de Puebla, del total de investigadores reconocidos por el SIN, 65.4% corresponde a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; el número de mujeres investigadoras en el SNI que colaboran en la BUAP es de 470, mientras que en el año 2010 eran 297. La Academia Mexicana de las Ciencias declara que en 2014 contaba con 2,499 miembros, de los cuales sólo 587 eran mujeres, es decir, representaban el 23.48 % de los miembros distribuidas de esta forma: 168 en el área de ciencias exactas; 209 en ciencias naturales; 83 en ciencias sociales y 127 en humanidades (Academia Mexicana de Ciencias, 2014, citado por Mendieta, 2015).

Las mujeres en América Latina atraviesan por una serie de obstáculos, ya sean supuestamente personales, barreras institucionales, estereotipos u otras

formas de discriminación que truncan su recorrido educativo o profesional, estos obstáculos cooperan con la brecha de género y la existencia de un 'techo de cristal' que les impide alcanzar niveles más altos en su desarrollo profesional (López-Bassols, 2017).

Otros obstáculos que les impide ascender en su carrera como investigadoras son la dificultad para publicar los resultados de sus investigaciones en revistas científicas, ya sea por barreras institucionales o socioculturales, diferencias respecto a los hombres en cuanto a remuneración, promoción profesional y participación como investigadoras en empresas, así como una subrepresentación femenina en algunas áreas del conocimiento científico, como las matemáticas e ingenierías (López-Bassols, 2017).

Se pensaría que las universidades son espacios exentos del rechazo hacia las mujeres, no obstante, estos también son espacios sexistas no reconocidos como tales, que suman obstáculos, reproducen ideas tradicionalmente reforzadas y una actitud natural respecto al género, capaces de determinar la participación de las mujeres en las IES. Uno de los obstáculos que viven las mujeres en la universidad es la violencia de género, caracterizada como una forma de discriminación. Allan y Madden (2006: 685) afirman que "las aulas reflejan las fortalezas, debilidades y sesgos de la sociedad en las que están situadas", por lo que imitan formas de discriminación y violencia contra las mujeres hasta que estas formas se vuelven parte de la cultura institucional (citado por Buquet et al., 2013).

Una forma de rechazar a las mujeres, que difícilmente se percibe en los ámbitos educativos, se le llama 'clima frío', que según Serex y Townsend (1999, citado en Allan y Madden, 2016) es un ambiente en el cual un sexo es valorado y tratado diferente respecto al sexo opuesto.

Allan y Madden (2016) realizaron una investigación en la que encontraron que



las mujeres universitarias viven el 'clima frío' cuando un profesor favorece más a los varones que a las mujeres, cuando las opiniones de las mujeres son menos tomadas en cuenta, y se cuestiona su inteligencia ya sea haciendo bromas o comentarios al respecto, o ignorando sus opiniones o sugerencias en el grupo; también se puede notar cuando los ejemplos que se hacen en el grupo incluyen solo a los hombres, las interacciones profesor-estudiante se dan más con hombres que con mujeres y el tiempo de atención es mayor para el sector masculino, entre otras situaciones que contribuyen a que la mujer sea tratada como un invisible, viviendo en un ambiente estudiantil hostil.

La desigualdad entre mujeres y hombres incrementa, a la par que aumente la categoría del profesorado, superando los altos niveles de desigualdad que se viven entre el personal directivo de las empresas privadas (citado por León y Mora, 2010).

EXPERIENCIAS DE JÓVENES MUJERES EN EL CAMPAMENTO DE CIENCIA Y EMPODERAMIENTO CIENTÍFICO

El campamento de empoderamiento científico "Por más mujeres en la ciencia y la tecnología" es un proyecto del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y su objetivo es promover, fomentar y fortalecer la

inclusión de las mujeres en la ciencia desde temprana edad. En la edición 2019 asistieron 31 adolescentes mujeres del estado de Puebla y uno de Oaxaca. Los antecedentes de este proyecto comenzaron hace ocho años en coordinación con Peace Corps México con el nombre de Campamento Mariposas.

Durante una semana, las participantes asisten a charlas y participan en actividades con temáticas como nutrición, salud, sexualidad, liderazgo, diversas áreas de la ciencia y la tecnología, entre las que destacan física, química, óptica, astronomía, robótica, criptografía, electrónica, biología, matemáticas, literatura, arte, etc. Cabe destacar que se ha realizado desde hace cinco años un taller sobre género, diversidad y derechos humanos, en el que se destaca la importancia de las relaciones de género en la vida cotidiana.

En la última convocatoria se puede observar cómo el proyecto ha crecido y se ha fortalecido, de tal manera que se autorizó la convocatoria nacional. En la segunda convocatoria de 2019 se pretende la asistencia de al menos una adolescente de cada estado de la república; el aforo de solicitudes superó las expectativas en cuanto al número de solicitudes. La M.C. Janina Nava Ariza, responsable del campamento, responde en una entrevista:

“Buscamos que las chicas tengan contacto con investigadoras y científicas no sólo del INAOE, sino de otras instituciones especialistas en otras áreas como química, física, robótica, electrónica, astrofísica, quienes les platican de manera muy personal cómo y por qué eligieron su carrera, qué obstáculos tuvieron siendo mujeres, cómo los superaron y qué están haciendo en sus áreas; son casos de éxito que pueden tomar como modelos a seguir. Es impactante el cambio que se opera en las chicas porque todo esto les da seguridad y confianza, y se

convencen de que pueden lograr lo que quieren, las empodera, y después descubren alternativas y opciones en ciencia y tecnología que pueden elegir para ser exitosas. Actualmente ya estamos incluyendo las humanidades y las ciencias sociales" (Tribuna Noticias, 2019)

Este tipo de programas responde a una serie de iniciativas que fomentan el desarrollo de las mujeres en la ciencia. En esta edición 2019 del campamento, se eligió una muestra de participantes vía bola de nieve; se pueden revisar algunas características sociodemográficas en el cuadro 1. Se realizaron entrevistas semiestructuradas tanto a las jóvenes participantes como a las organizadoras y voluntarias del campamento; cabe destacar que entre el voluntariado también se encontraba una ex participante que actualmente está estudiando la Licenciatura en Mecatrónica en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP)

Cuadro 1. Participantes del campamento julio 2019

Pseudónimo	Edad	Lugar de residencia
Participante 1	16 años	Tepeaca, Puebla.
Participante 2	16 años	Comunidad de Tlachichuca, perteneciente al estado de Puebla.
Participante 3	17 años	Comunidad exterior a Puebla, Otilio Montaño, que pertenece Atzitzintla, Puebla.

Participante 4	15 años	San Miguel Acuexcomac, Tzicatlacoyan, Puebla.
Participante 5	17 años	Municipio de Santa María Tlahuitoltepec, agencia: Guadalupe Victoria, estado de Oaxaca.
Participante 6	16 años	Municipio de Tzicatlacoyan, Puebla.

Fuente: Elaboración propia, 2019

A continuación, referenciamos algunas de las respuestas de las participantes, quienes destacan la importancia del campamento en sus trayectorias. Los requisitos para ingresar al campamento que deben cumplir las participantes son: ser mujeres entre 13 y 17 años, estar estudiando secundaria y/o preparatoria, autorización de padres o tutores mediante una carta firmada, interés por desarrollarse en alguna área STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y/o matemáticas) y tener vocación científica. Además, se debe realizar una aplicación en línea, en la cual refieran los motivos, los problemas y soluciones para su comunidad. También resulta importante conocer cómo se enteraron del campamento y cómo se animaron a postularse, por lo que citamos algunos casos:

"Por una maestra que está interesada en el progreso de las mujeres. Nos hicieron un cuestionario y yo puse que quería ayudar a mi comunidad a que las mujeres tengan más oportunidades, porque allá es común el embarazo a temprana edad, y quisiera ayudarlas a que cuando se embaracen sigan estudiando, porque muchas de ellas

tienen varias cualidades, pero dejan de estudiar por su situación" (participante 4, entrevista 2019).

"Por una profesora que da cálculo integral y diferencial. La problemática fue que en mi comunidad las mujeres no tienen mucha oportunidad, hay mucho machismo. Tenemos policía, pero no es policía, son nombrados por la autoridad. Hay mujeres que han sido violadas, no pasa nada, hay hombres que son infieles a sus mujeres, y no pasa nada, acoso, no pasa nada, 'total ni te pasó nada', es lo que dicen allá, 'sólo te dijeron que estás bonita, mientras no te toquen, no pasa nada'.

Allá las mujeres no tenemos oportunidades, muchas mujeres se casan jóvenes, es matrimonio forzado, porque un hombre la embarazó se tiene que casar, es por eso que muchas mujeres sí sueñan, pero no nos dan alas para volar, nos las cortan." (participante 5, entrevista 2019).

"Por una maestra que lo puso en una hoja en el salón, me llamó la atención porque me gustan mucho las matemáticas. La problemática que puse fue el machismo que existía. El machismo en mi comunidad se expresa cuando nos hacen menos, si sabemos más que ellos se sienten ofendidos". (participante 6, entrevista 2019).

En las respuestas de las adolescentes, se observó que cinco de las seis entrevistadas participaron en el campamento por la recomendación o apoyo de otra mujer. Además, sus respuestas en el cuestionario que realizaron para ser participantes en el campamento tienen que ver con el machismo, la desigualdad y la discriminación hacia la mujer, lo cual ellas logran percibir a sus 16 y 17 años. También se consideró importante conocer qué opinión tenían las adolescentes acerca del campamento de empoderamiento científico, a lo

cual respondieron:

"Es una de las mejores experiencias de mi corta vida, me ha sido de ayuda no sólo en el ámbito de estudio, sino como persona, me ha hecho sentir valiosa como mujer, muchas veces los demás no nos hacen sentir valiosas". (participante 2, entrevista 2019).

"Yo quiero que muchas personas vengan aquí porque es una experiencia sumamente importante, pues te hace crecer como persona no tanto en conocimientos, sino te hacen valorarte más, te hacen crecer, te fomentan muchas cosas útiles para la vida diaria". (participante 3, entrevista 2019).

"Quería que este campamento me motivara a seguir mi camino que es irme lejos, encontrar mujeres que yo sé que son fuertes, que saben lo que quieren, fue una oportunidad de convivir y experimentar para que yo dijera sí puedo y sí lo haré. Con mis compañeras, sus historias, digo, pasó por eso y están de pie; más que aprender sobre la ciencia y la tecnología, tenemos que salir adelante, y también a aprender a comunicarnos entre mujeres, y saber que podemos hacer miles de cosas, saber que ahorita estamos aquí, pero que un día podemos estar arriba, hoy estoy así, pero mañana estaré ahí". (participante 5, entrevista 2019).

Puede percibirse que las adolescentes, viendo a otras mujeres lograr sus metas, tener referentes de su mismo género, sobre todo en ámbitos en los que son mayormente excluidas, y al saber que en sus comunidades atraviesan por problemáticas como las que se comentaron anteriormente, incrementa su motivación para desarrollar sus metas. Aunado a esto, el campamento les proporciona herramientas psicológicas y emocionales que coinciden entre

la mayoría, que el campamento les ayudó a adoptarlas. En el campamento de empoderamiento científico se puede apreciar la importancia de incorporar talleres o actividades relacionadas al género y autoestima, porque las ciencias exactas aún siguen siendo una carrera de obstáculos para las mujeres, por tanto, necesitan herramientas para saltar, romper o esquivar las barreras que pone el sistema.

Otro aspecto relevante fue que las participantes reflexionaran acerca del cómo creían que los talleres impactarían en su día a día, y algunas reflexiones fueron las siguientes:

"Muchas chicas de mi escuela y comunidad están preocupadas siempre por cómo se ven, buscan la aprobación de sus novios o amigos que quizás ni son sus amigos de verdad, que son mala influencia porque pueden decirles que se ven mal con lo que traen puesto, entonces, mi propósito es llevar este mensaje con mis amigas y compañeras, porque muchas de ellas son dependientes de las opiniones de las demás personas, y muchas veces las personas somos crueles y no nos damos cuenta del daño que hacemos". (participante 1, entrevista 2019).

"Me va a servir para valorarme como mujer, para que nadie me subestime, o me digan que soy mujer y que no puedo hacer algo, y para ayudar a otras mujeres a valorarse, quererse, respetarse y aconsejarles cómo actuar ante una situación de violencia." (participante 2, entrevista 2019).

"Pues a seguir adelante, y aunque en mi comunidad no quieran que yo sea alguien, que tenga una carrera, recordar lo que me dijeron aquí, que nosotras podemos, y alcanzar mis metas". (participante 6, entrevista 2019).

Las temáticas de género lograron tener un impacto multiplicador en las adolescentes, es decir, ellas observaron durante una semana a otras mujeres hablar sobre sus logros, sobre ciencia, a mujeres científicas, y ahora ellas buscan transmitir estos mensajes a otras mujeres en sus comunidades, por lo que, a la par que continúan teniendo esta empatía hacia su género, también buscan crecer, dejan sólo de ser seres para las otras, como un acto de sororidad, y comienzan a pensar en ser seres para sí, con herramientas para valorarse y desarrollarse en la carrera que desean. Por último, se buscó conocer cómo percibían ellas que este proyecto sería importante para su comunidad, a lo que expusieron:

“Porque todos necesitamos ese conocimiento, no sólo de ciencias, sino de autoconocimiento, autoestima, violencia, género, sexualidad, porque muchas personas, bueno las profesionistas que nos dieron las pláticas, hicieron mucho énfasis en la violencia, en no dejarnos, en querernos a nosotras mismas y no buscar reconocimiento de las demás personas”. (participante 1, entrevista 2019).

“Porque en mi comunidad hay machismo y las mujeres son muy sumisas, entonces, cuando te haces una idea de todo esto, percibes que no está bien, y debes actuar; muchas mujeres de mi comunidad, por su edad, no están enteradas en que ya hay apoyo por parte de las autoridades para evitar la violencia, entonces se trata de decirles que pueden denunciarla violencia”. (participante 2, entrevista 2019).

“Porque quisiera que ellas también llegaran a ser grandes; no nos han enseñado que hay muchas científicas mujeres que nosotras no conocíamos, y que han hecho mucho por la humanidad, porque allá en mi pueblo tiene muchos intereses, pero no buscan oportunidades y se quedan ahí con poco, y yo quisiera ayudarles a que sigan adelante”. (participante 4, entrevista 2019).

Las adolescentes identifican que este proyecto es relevante porque les brinda información acerca de la violencia, la desigualdad y la discriminación hacia las mujeres, lo cual ya percibían antes de entrar al campamento, en sus comunidades. El campamento en sí mismo es percibido como un mapa con diferentes vías, modelos y métodos para desarrollarse como científicas, que a su vez les muestra la necesidad de empoderarse, ser autónomas y a tener claras las situaciones de violencia naturalizadas en los lugares de los que vienen, para no consentirlas. Se nota el interés que hay en las jóvenes por hacer ver a otras mujeres que las problemáticas que viven en sus comunidades no son normales.

CONCLUSIONES

Este proyecto de ciencia, acompañado de talleres de género, resulta necesario para las adolescentes que desean estudiar ciencia y tecnología, y sobre todo resulta relevante para las comunidades de las cuales vienen, donde, además de no haber muchas oportunidades económicas, las jóvenes mujeres se enfrentan al machismo y discriminación hacia la mujer, teniendo muchos más obstáculos por enfrentar que sus compañeros varones. Con la información obtenida, se puede proponer que, en futuras ocasiones, se realice durante el campamento un acompañamiento psicológico para las adolescentes, así como gestionar más presupuesto para replicar estos proyectos en otros estados de México, e incluso pensar que en sus mismas comunidades se pudiera trabajar con los padres y madres de familia, así como con los profesores, para que se convierta en un proyecto integral y pueda tener mayor impacto.

BIBLIOGRAFÍA

- Allan, E. y Madden, M. (2016). Chilly Classrooms for Female Undergraduate Students: A Question of Method? *The Journal of Higher Education*, 77(4), pp. 684-711.
- López-Bassols, V. (14 de julio del 2017). Mujeres en la ciencia: ¿Qué no estamos midiendo? [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/mujeres-en-la-ciencia-que-no-estamos-midiendo/>
- Buquet, A., Cooper, J., Mingo, A. y Moreno, H. (2013). Intrusas en la Universidad. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Habib, L., Alfaro, N., y Zambrano, M. (2016). La estudiante de Ingeniería Mecánica: Una perspectiva de género. *Elementos*, 103, pp. 25-30
- Inicia Campamento de Empoderamiento Científico para mujeres. (02 de julio del 2019). Tribuna Noticias. Recuperado de: <https://tribunanoticias.mx/2019/07/02/inicia-campamento-de-empoderamiento-cientifico-para-mujeres/>
- León, F. y Mora, E. (2010). Género y Vocación Científica: Un estudio de caso basado en mecanismos. *Revista Internacional de Sociología*, 68(2), pp. 399- 428
- Mendieta, A. (2015). Desarrollo de las mujeres en la ciencia y la investigación en México: un campo por cultivar. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12: 107-115
- UNESCO. (2018). Women in Science. Recuperado de: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/fs51-women-in-science-2018-en.pdf>



MEDICIÓN DE LA CALIDAD EN EL SERVICIO COMO HERRAMIENTA PARA ACREDITAR LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN

Blanca Rosa Zamudio Rodríguez

Karla Alejandra Jiménez Martínez

María Guadalupe Riquer Heredia

Noemí Sandoval Reyes

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos**



RESUMEN

En el Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos (ITESCO) desde el año 2016 no se realiza ninguna medición de la satisfacción en el servicio por parte de los alumnos, derivado de lo cual no existe una mejora continua en la institución, ya que, al no saber en qué aspectos o procesos no se cumplen con las expectativas de los clientes, estos no pueden ser corregidos, modificados ni eliminados, con el fin de realizar una espiral de mejora continua.

Cualquier medición o indicador que utilicen los dueños de los procesos tiene que reflejar el desempeño desde la perspectiva del cliente e insistir en la mejora continua. (Oakland, 2011).

INTRODUCCIÓN

La presente investigación parte de la necesidad de evaluar la calidad en el servicio que se proporciona a los alumnos de la carrera de ingeniería en administración del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos (ITESCO), ya que la institución se encuentra certificada en la norma ISO: 9001:2015, en la que el punto 9.1.2 señala que se debe realizar el seguimiento de las percepciones de los clientes y del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas, mientras que el punto 9.1.3 menciona que se debe analizar y evaluar los datos y la información que surgen por el seguimiento y la medición. Los resultados del análisis deben utilizarse para analizar la conformidad de los servicios, que en este caso son educativos, y el grado de satisfacción que posean los clientes del servicio que se les brinda.

Por otra parte, se están realizando trámites para que la carrera de Ingeniería en Administración sea acreditada por un organismo creado para tal fin, motivo

por el que se requiere hacer un autodiagnóstico de dicha carrera. Rosario (2013) señala: “La acreditación de un programa académico de nivel superior es el reconocimiento público que otorga un organismo en el sentido de que cumple con determinados criterios, indicadores y parámetros de calidad en su estructura, organización, funcionamiento, insumos, procesos de enseñanza, servicios y en sus resultados” (p.35).

“Por lo anterior, es necesario que cada empresa u organización busque la mejora continua en sus procesos, para lo que debe iniciar una revisión de su entorno y una reflexión estratégica sobre su misión, con el propósito de definir su rumbo estratégico, identificando las ventajas competitivas y rediseñando la organización” (Gutiérrez 2010).

Derivado de lo hasta aquí narrado, se hace necesario el diseño de encuestas de calidad en el servicio para evaluar cómo se está prestando dicho servicio y, con los resultados que se obtengan de la aplicación de las encuestas, se podría apoyar a la alta dirección en la toma de decisiones y en la mejora continua de la institución; asimismo, servirá como una herramienta de diagnóstico de cumplimiento de los criterios de evaluación, así como para obtener resultados sobre los puntos que cumple y las áreas de oportunidad que se requieren fortalecer para lograr la acreditación de la carrera de Ingeniería en Administración.

Tabla 1.-Población estudiantil de la carrera de ingeniería en administración del ITESCO.

SEMESTRE	2DO.	4TO.	6TO.	8VO.	9NO.	10MO.	11VO.	TOTAL
FEM.	63	49	58	68	2	4	1	245
MASC	35	24	16	25	0	2	0	102
TOTAL	98	73	74	93	2	6	1	347

Fuente: elaboración propia

En la presente tabla se desglosa por grado y por sexo el total de alumnos que conforma la población estudiantil en la carrera de Ingeniería en Administración del ITESCO para efectos de aplicación de la encuesta de calidad en el servicio.

Otro punto que la norma ISO señala es asegurar que el sistema de gestión de calidad logre los resultados para los que fue creado, siendo la mejora continua en los procesos y servicios; este apartado tiene relación directa con el compromiso de la alta dirección.

En relación con el punto de enfoque al cliente, se apunta que la alta dirección debe mantener en aumento la satisfacción del cliente, ya que es vital para la buena marcha del negocio, según señala Denton (1991): “Son los directivos los que deben identificar a sus clientes, valorando a continuación qué es lo que desean; desdichadamente, es frecuente que lo que los clientes desean y lo que los directivos creen que desean sea extremadamente diferente. Muchos directivos, por ejemplo, suponen erróneamente que lo que los clientes quieren son precios rebajadísimos, cuando, a menudo, lo que realmente desearían es una experiencia agradable” (p. 78)

La metodología empleada en el ITESCO para la elaboración de las encuestas de satisfacción en el servicio fue de tipo descriptiva. Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan: “Lo que pretende este tipo de investigación es describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos, esto es, detallar cómo son y cómo se manifiestan. Se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis.

RESULTADOS

Para medir la percepción que tienen los alumnos de la carrera de Ingeniería en Administración sobre los servicios educativos, se determinó que se aplicarán encuestas que abarcarán los procesos que tienen relación directa con los alumnos de dicha carrera. Se determinó que fuera éste el método para recopilar información, ya que, según señala Hoyer, et al (2015) uno de los instrumentos más conocidos para la investigación es la encuesta, con el fin de recabar información de una muestra de consumidores, por lo general haciendo preguntas para llegar a conclusiones cuantitativas sobre la población meta. (p. 28)

Para realizar la medición de la calidad en el servicio en el ITESCO, se procedió al diseño de un cuestionario que tomó como ejes categorías e indicadores señaladas por el organismo acreditador, integrándose de la siguiente manera: para el eje 2, denominado gestión administrativa, se plantean dos categorías: recursos humanos y procesos administrativos. El proceso del ITESCO, involucrado en este eje, es el de jefatura de división, y las preguntas a contestar por parte de los estudiantes se hicieron en el sentido del horario de atención, el apoyo que se le brinda en el proceso de reinscripción, la asistencia al salón de clases cuando se solicita, entre otros puntos.

Para el eje 3, denominado infraestructura y servicio, se consideran las categorías: servicios bibliotecarios y servicios de apoyo a estudiantes. Este punto se interrelaciona con la encuesta de satisfacción en el servicio en el proceso del ITESCO, denominado centro de información (biblioteca), y las preguntas a formular giraron en torno al horario y días adecuados para la atención de los estudiantes, las estancias para la lectura, y el apoyo y actitud del personal que atiende el citado departamento.

Para el eje 4, titulado gestión de la docencia, se contempla la categoría atención a clientes. Este apartado se interrelaciona con los procesos de



recursos financieros, centros de cómputo, residencias y servicio social. Las preguntas que se diseñaron para estos procesos se hicieron en el sentido del horario de atención, tiempo de espera, actitud del personal, equipos de cómputo disponibles, conexión a internet, instituciones donde realizar el servicio social, entre otras.

Como fue señalado para cada eje y categoría que solicita la casa acreditadora, se diseñó una serie de preguntas, que, una vez que sean respondidas por los alumnos, podrán servir como un instrumento de autoevaluación, para conocer los aspectos que se tienen cubiertos y saber cuáles serían las áreas de oportunidad que tiene la carrera de Ingeniería en Administración.

CONCLUSIONES

La presente investigación parte de la necesidad de evaluar la calidad con la que se ofrece el servicio en la carrera de Ingeniería en Administración del ITESCO y, a la vez, la de contar con un instrumento que sirva para realizar la autoevaluación, que solicita la casa certificadora para acreditar el citado programa educativo.

Derivado de lo anterior, se procede al diseño de encuestas de satisfacción en el servicio a través de la herramienta Google drive, contemplando a un alumno de segundo, cuarto y sexto semestre en los siguientes procesos: jefatura de

división, centro de información, centro de cómputo, servicios financieros y servicios escolares.

The screenshot shows a web-based survey titled 'ENCUESTA DE SERVICIO-2tos-4tos-6tos'. At the top, there are tabs for 'PREGUNTAS' and 'RESPUESTAS'. Below the tabs, it says 'Sección 1 de 9'. The main title is 'ENCUESTA DE SERVICIO'. A message to the student reads: 'Estimado Alumno: En el Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos, tenemos la misión y el firme compromiso de satisfacer plenamente sus necesidades y requerimientos en los servicios que ofrecemos, buscando mejorar permanentemente nuestro desempeño y servirte mejor.' It also includes a note: 'Para lograr esto, lo más valioso es tu opinión, por lo que se solicita responder con sinceridad un breve cuestionario anexo, cuya respuesta será la mejor ayuda para superarnos.' The message concludes with 'Aprovecha la oportunidad para reflejarme a tus apreciables órdenes, agradeciendo la atención a la presente.' and the signature 'Dr. BULMARO SALAZAR HERNÁNDEZ'.

Figura1. Encuesta de satisfacción en el servicio a los alumnos de Ingeniería en Administración del ITESCO.

Fuente: elaboración propia.

La encuesta que se formuló a los alumnos de octavo semestre, además de los procesos señalados, se incluyeron los de servicio social y residencia profesional, lo cual permitirá recolectar y procesar información que será de utilidad para la toma de decisiones en la dirección.

This screenshot shows the same survey interface as Figure 1, but for the eighth semester ('Bvs'). The title is 'ENCUESTA DE SERVICIO-Bvs'. The message to the student is identical to Figure 1, emphasizing the mission and commitment to meeting student needs and improving services. The signature at the bottom is also the same: 'Dr. BULMARO SALAZAR HERNÁNDEZ'.

Figura2. Encuesta de satisfacción en el servicio a los alumnos de octavo semestre de Ingeniería en Administración del ITESCO.

Fuente: elaboración propia.

Por último, una posible recomendación parte del hecho de que pudieran llegar a aplicarse las encuestas de satisfacción en el servicio a las doce ingenierías que conforman la oferta educativa del ITESCO, esto para tener la oportunidad de conocer la opinión de los alumnos, que son la razón de ser de cualquier institución educativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Denton, K. (1991). Calidad en el servicio a los clientes, recuperado de: [http://cort.as/-JVj0 el 03 de julio de 2019.](http://cort.as/-JVj0)
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). Calidad Total y Productividad. México: Editorial: Mc Graw Hill.
- Hernández, R. Fernández, C., Baptista, P. (2014) Metodología de la investigación. México: Ed. Mc Graw Hill.
- Oakland, J. (2011) Administración por calidad. México: Ed. Patria.
- Rosario, V., Didriksson, A., Marum, E., Dias, J., Fernández, N., López, F., Villanueva, E., Ríos, J. (2013). La acreditación de la educación superior en Iberoamérica. Recuperado de: [http://cort.as/-HM7O el 03 de julio de 2019.](http://cort.as/-HM7O)

PROUESTA DE UN PROGRAMA DE TUTORÍA ACADÉMICA EN LÍNEA PARA LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA MECATRÓNICA DEL ITSX

Sarai Cerecedo Puertas
Janeth Ramos López
Fernando González Rivas
Lisseth Rivera Aguirre

**Tecnológico Nacional de México/
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa**



RESUMEN

La educación de calidad debe ser significativa y contribuir a una formación integral del egresado. En ese sentido, la tutoría es una estrategia que debe ser un elemento individualizador y personalizado que tiende a reconocer la diversidad del alumnado en el desarrollo de los futuros profesionistas. Por tal motivo, este proyecto fue realizado con el objetivo de diseñar un programa de tutoría académica en línea que contribuya en la eficiencia terminal de la población muestra. La pregunta de investigación fue ¿qué beneficios podrán obtenerse de un programa de tutoría académica en línea con respecto a la eficiencia terminal de los alumnos de Ingeniería Mecatrónica del ITSX?, obteniéndose al final del estudio la validación de expertos como resultado, pues esta propuesta apoya el proceso de adaptación y la toma de decisiones escolares de los estudiantes, fortaleciendo su formación académica y la orientación profesional para la formación integral de los alumnos, fomentando el acercamiento de tutoría no presencial, sino de manera virtual gracias a la confiabilidad y eficiencia del proceso de tutorías en línea.

Para su prueba piloto, este programa fue elaborado en la plataforma Moodle con base en los lineamientos del TecNM, así como la expertiz documental y de campo obtenida en el desarrollo de esta investigación, validando en los resultados, de manera cuantitativa, el impacto del programa de tutoría en línea, haciendo uso de recursos de apoyo como el chat, y destacando que la plataforma presenta instrumentos propuestos claros y pertinentes para los tutores y tutorados, con un contenido suficiente para la puesta en marcha del programa, pues cuenta con una estructura en la información, así como la fragmentación de su contenido, textos y el volumen de información adecuados, haciéndola de fácil uso y recomendándola ampliamente no sólo para los alumnos de Ingeniería Mecatrónica del ITSX, sino para todo el sistema TecNM.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación fue realizado en el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa para los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, con el objetivo de elaborar una propuesta de un programa de tutoría académica en línea para los alumnos del ITSX, que contribuya en la eficiencia terminal de la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Este estudio fue realizado en las siguientes etapas: la primera fue una investigación de campo, que consistió en el análisis de la problematización y generalidades del tema de estudio, la segunda documental, y en su desarrollo se realizó la investigación documental de las teorías y estudios previos, así como casos de éxitos de los programas de tutorías y su contexto a nivel nacional, regional y local de cómo se lleva a cabo esta actividad y la normatividad aplicable; la tercera etapa fue la metodológica, e integró en un solo sistema la metodología del proceso de tutoría, cuya base de desarrollo fueron los lineamientos del Tecnológico Nacional de México y el conocimiento obtenido por las etapas anteriores, haciendo uso de las tecnologías de la información para la operacionalización del programa, y finalmente la etapa de validación, en la que se realizó la presentación, análisis e interpretación de resultados para confirmar la pertinencia del programa.

PERTINENCIA

De acuerdo a los indicadores del año 2012, se sabe que el porcentaje de estudiantes de licenciatura inscritos en programas acreditados o reconocidos por su calidad es de 65.56%, y que la eficiencia terminal se ubica en un 41.65%.

También hay evidencia documentada en el departamento de Desarrollo Institucional que indica que, de cada 10 alumnos que ingresan al ITSX, solo 4 logran terminar sus estudios de manera satisfactoria.

La carrera de Ingeniería Mecatrónica del ITSX surge en el año 2010 con una matrícula inicial de 123 alumnos, y durante su evolución ha mostrado el siguiente comportamiento: interpretación de resultados para confirmar la pertinencia del programa.

Generación	Ingresaron	Egresaron	Eficiencia Terminal
2010 -2015	123	46	25
2011 -2016	93	49	30
2012-2017	113	31	17
2013-2018	121	25	0

Tabla 1. Eficiencia terminal IMTC.
Fuente: elaboración propia

Una de las preocupaciones de la jefatura de carrera de la Ingeniería Mecatrónica es elevar el indicador de eficiencia terminal, pero también que esta se logre con una formación integral de los alumnos, es decir, que no solo se obtenga la acreditación de las 7 materias, sino que los alumnos participen en actividades extracurriculares o deportivas, así como en cursos o talleres que potencialicen sus aptitudes y actitudes, de modo tal que se logren competencias para saber ser, saber hacer y saber convivir.

El que no se cuente con un programa de tutoría académica dentro del ITSX que asegure incremento de la eficiencia terminal de los alumnos de Ingeniería Mecatrónica tiene el siguiente impacto para 4 de cada 10 jóvenes:

ANTECEDENTES

La educación superior se concibe como un proceso formativo disciplinario y cultural, cuya tarea social es la formación de profesionistas, investigadores y técnicos útiles a la sociedad". (García Núñez, 2007).

En México existe un pequeño, pero contundente cuerpo de investigaciones que demuestra que tanto el acceso a la educación superior (Guzmán y Serrano, 2007; Guzmán y Serrano, 2009; Casillas et al., 2007) como las trayectorias escolares están estrechamente vinculadas con la condición social de los jóvenes (Casillas et al., 2007; Miller, 2009; Casillas et al., 2001). Sin caer en una visión de reproducción, que ha sido objeto de grandes debates, estos estudios muestran que los jóvenes con un origen social pobre y marginal, y que además tienen un bajo capital escolar previo, acarrean menores posibilidades tanto de inscribirse en la universidad como de sobrevivir en ella. Por lo general, desarrollan trayectorias irregulares y viven una experiencia escolar complicada.

La tasa de eficiencia terminal (eficiencia terminal) se define como el número estimado de alumnos que egresan de cierto nivel o tipo educativo en un determinado ciclo escolar por cada cien alumnos de nuevo ingreso, inscritos tantos ciclos escolares atrás como dure el nivel o tipo educativo en cuestión. La tutoría es considerada una estrategia educativa para la atención a los alumnos, en que el profesor discute con el tutorado sobre diversos temas y vigila estándares de calidad (Ortega, 1994). Su objetivo es prevenir futuros problemas de adaptación al escenario educativo e intervenir en cuestiones de desempeño académico. Por ello, la tutoría se ocupa de atender problemas relacionados con habilidades de estudio, lectura y comprensión, dificultades de aprendizaje, ansiedad ante los exámenes, estabilidad emocional, actitudes hacia la profesión, opciones de trayectoria, entre otros.

El (los) coordinador (es) del programa de tutoría son quien mantiene una

ANTECEDENTES

La educación superior se concibe como un proceso formativo disciplinario y cultural, cuya tarea social es la formación de profesionistas, investigadores y técnicos útiles a la sociedad". (García Núñez, 2007).

En México existe un pequeño, pero contundente cuerpo de investigaciones que demuestra que tanto el acceso a la educación superior (Guzmán y Serrano, 2007; Guzmán y Serrano, 2009; Casillas et al., 2007) como las trayectorias escolares están estrechamente vinculadas con la condición social de los jóvenes (Casillas et al., 2007; Miller, 2009; Casillas et al., 2001). Sin caer en una visión de reproducción, que ha sido objeto de grandes debates, estos estudios muestran que los jóvenes con un origen social pobre y marginal, y que además tienen un bajo capital escolar previo, acarrean menores posibilidades tanto de inscribirse en la universidad como de sobrevivir en ella. Por lo general, desarrollan trayectorias irregulares y viven una experiencia escolar complicada.

La tasa de eficiencia terminal (eficiencia terminal) se define como el número estimado de alumnos que egresan de cierto nivel o tipo educativo en un determinado ciclo escolar por cada cien alumnos de nuevo ingreso, inscritos tantos ciclos escolares atrás como dure el nivel o tipo educativo en cuestión. La tutoría es considerada una estrategia educativa para la atención a los alumnos, en que el profesor discute con el tutorado sobre diversos temas y vigila estándares de calidad (Ortega, 1994). Su objetivo es prevenir futuros problemas de adaptación al escenario educativo e intervenir en cuestiones de desempeño académico. Por ello, la tutoría se ocupa de atender problemas relacionados con habilidades de estudio, lectura y comprensión, dificultades de aprendizaje, ansiedad ante los exámenes, estabilidad emocional, actitudes hacia la profesión, opciones de trayectoria, entre otros.

El (los) coordinador (es) del programa de tutoría son quien mantiene una

una vinculación entre el comité promotor, los departamentos académicos, los tutores y los tutorados para la operación del programa.

Por su parte, los jefes de departamento académico son los responsables de la asignación de los tutores y de proporcionar información sobre las necesidades de la atención tutorial. El tutor es el profesor que realiza la acción tutorial, en corresponsabilidad con las instancias pertinentes para la operación del programa de tutoría. Finalmente, el tutorado es el estudiante que se responsabiliza de identificar sus necesidades académicas y personales, y responde comprometidamente a la acción tutorial que lo apoya en la satisfacción de dichas necesidades.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) tienen un rol fundamental en el acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, la enseñanza y el aprendizaje de calidad, la formación de docentes y la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo.

Moodle es una plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionarles a educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje personalizados. Asimismo, está construido por el proyecto Moodle, que está dirigido y coordinado por el Cuartel General Moodle, que está soportada financieramente por una red mundial de cerca de 80 compañías de servicios denominada 'socios Moodle'.

A continuación, se abordan los diferentes tipos de tutorías que ofrecen como parte de este programa de orientación al estudiante a través de una plataforma digital:

Tutoría individual, que otros llaman tutoría personal (o íntima personal), en la

cual el profesor tutor pretende conocer la situación de cada alumno, lo ayuda personalmente y lo orienta en la planificación y ejecución de sus tareas escolares.

Tutoría de grupo, en la cual el profesor-tutor ayuda a los alumnos en la orientación del currículo y en la participación activa en el centro educativo. Asimismo, el tutor colabora con los profesores que intervienen en el grupo de alumnos y aporta a cada uno de los profesores del grupo la información necesaria sobre cada alumno y grupo.

Tutoría técnica, la desempeñan profesores que no han sido asignados como tutores de ningún grupo de alumnos. Esta tutoría también se conoce como asesoría académica, en la cual el estudiante solicita la colaboración de un docente con cierta experiencia en determinada área.

Tutoría de la diversidad, la cual supone que el tutor tiene en cuenta a cada alumno con sus capacidades y ritmos de aprendizaje determinados. Esta tutoría es uno de los grandes retos pedagógicos porque requiere de dispositivos de comunicación y métodos pedagógicos específicos para ayudar a los estudiantes.

Tutorías de prácticas en empresa, en la que los tutores son los responsables del control y seguimiento de las prácticas en las entidades en régimen de convenio. Estas son las que realizan los docentes cuando supervisan las prácticas profesionales de los estudiantes.

La tutoría es utilizada como un recurso académico, que permite mejorar el desempeño escolar; no obstante, se limita a trabajar con cuestiones educativas, dejando a un lado el contexto social del tutorado y, por ende, también su dimensión psicológica.

El seguimiento y evaluación del PIT (Programa Institucional de Tutoría) se

establece con el objetivo de valorar las acciones del proceso tutorial que incluye: evaluar el funcionamiento del área de tutoría académica, el compromiso de los enlaces del PIT y de los tutores, así como el grado de satisfacción de los alumnos.

La misión del PIT es orientar a los estudiantes en su trayecto formativo para que reconozcan fortalezas y áreas de oportunidad, con el fin de mejorar y potenciar sus experiencias educativas y competencias que eleven su desarrollo integral y eficiencia terminal, mediante estrategias de atención personalizada y grupal.

La cobertura de la tutoría es para el total de la población estudiantil, lo que implica diversificar la atención en tres vertientes: a) la orientación individual o en grupo pequeño para fomentar la autonomía académica, b) la intervención pedagógica del tutor para atender los casos de rezago y bajo rendimiento a fin de evitar la deserción, y c) potenciar el óptimo desempeño de los estudiantes con proyectos educativos e innovadores encaminados a la atención de necesidades educativas y sociales de la población.

Es prioridad para el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa una transmisión de conocimientos idóneos, la integración de habilidades y competencias y una práctica docente responsable, con valores y principios que fortalezcan al estudiante en su proceso de formación profesional, ya que no sólo crean y consolidan actitudes éticas y humanistas, sino que son componentes que inciden en estrategias de competitividad capaces de disminuir brechas sociales y económicas, al tiempo que alientan la investigación y la difusión del conocimiento, la innovación y la generación de nuevas tecnologías.

De esta manera, el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa busca ofrecer una educación integral que equilibre la formación en valores ciudadanos, el

desarrollo de competencias y la adquisición de conocimientos a través de actividades regulares en el aula, la práctica docentes y el ambiente institucional.

PARTE EXPERIMENTAL Y METODOLOGÍA

Este trabajo tiene como finalidad desarrollar la propuesta de un Programa de tutoría Académica en línea para los alumnos del ITSX que incremente la eficiencia terminal de la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

En los años recientes, la tutoría se ha convertido en uno de los temas de mayor actualidad y relevancia en las tendencias y políticas educativas de la educación media superior y de la educación superior en nuestro país. Desde el inicio de este siglo, la tutoría ha sido objeto de una revaloración; se le considera un poderoso medio del que pueden disponer las instituciones y los propios profesores para mejorar sensiblemente la calidad, la pertinencia y la equidad del proceso educativo.

La plataforma de tutorías está dirigida a los alumnos y profesores de Ingeniería Mecatrónica con el propósito de apoyar el proceso de adaptación y medio de comunicación para resolución de dudas del estudiante, ya sea de manera individual o grupal, con diversas actividades para apoyar a los alumnos para que, en un futuro, se desarrollen como profesionales calificados y tengan assertividad para participar de manera activa, organizada y responsable en la dinámica de la vida social.

Para el desarrollo de esta propuesta, se llevó a cabo una investigación no experimental cuantitativa, ya que no se llegará a medir resultados pues no se documentará la implementación del programa de tutoría en línea. Cabe hacer mención que la evaluación de los resultados que se presentarán se apegan a validación de expertos; sin embargo, los resultados derivados de este trabajo se pretenden realizar a futuro en un proceso lineal y estadístico, además de considerarse como fuente de futuros trabajos de investigación.

La investigación de la propuesta se llevó a cabo en las etapas que se presentan en la figura 1:



Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología para la investigación
Fuente: elaboración propia

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, pues los resultados a obtener serán de tipo estadístico considerando las siguientes actividades claves:

- a) Recopilar información de la población muestra, en la que se analizará el historial académico-social de los alumnos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del ITSX.

- 
- b) Definir la estructura del programa de tutoría, que implica a su vez la segmentación de los alumnos de acuerdo con el tipo de tutoría que necesitan, a través de su historial académico-social y con la realización de un inventario de la infraestructura para detectar los espacios y equipos disponibles para este programa.
 - c) Organizar y operacionalizar las variables de la propuesta del programa de tutorías, derivadas del estudio y análisis estadístico de los resultados de la encuesta de diagnóstico aplicada a los participantes de la prueba piloto

La población del trabajo contempla a los alumnos y profesores del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. La muestra del trabajo serán alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de nuevo ingreso (primer semestre). A continuación, presentaremos las fases del proyecto.

1.- Descripción: La muestra se eligió porque se considera que al inicio de la vida universitaria del estudiante es cuando se puede lograr una intervención oportuna de los servicios de apoyo que propone el programa de tutoría académica en línea.

2.- Grupos

Esta propuesta se llevará a cabo tomando como muestra los grupos A, B y C.

3.- Cantidad de alumnos

Grupo A: 46 alumnos; 41 Hombres, 5 Mujeres.

Grupo B: 41 alumnos; 39 Hombres, 2 Mujeres.

Grupo C: 42 alumnos; 37 Hombres, 5 Mujeres.

4.- Tipo de muestreo

El muestreo para desarrollar este proyecto es no probabilístico, ya que la muestra seleccionada se eligió con base en su accesibilidad y pertinencia, derivadas de las funciones propias de la actividad profesional del autor de la investigación, pues es quien encuentra frente a grupo, lo que permite el acceso a la información y asegura la participación de los alumnos.

RESULTADOS

Esta propuesta tiene como finalidad contribuir a la formación integral de los estudiantes, lo cual implica una perspectiva de aprendizaje intencionada, tendiente al fortalecimiento de una personalidad responsable, ética, crítica, participativa, creativa, solidaria y con capacidad de reconocer e interactuar con su entorno para que construya su identidad cultural. Asimismo, busca promover el crecimiento humano a través de un proceso que supone una visión multidimensional de la persona, y tiende a desarrollar aspectos como la inteligencia emocional, intelectual, social, material y ética.

Este trabajo de investigación fue realizado en el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX), escuela de nivel superior ubicada en la ciudad de Xalapa, Veracruz, que inicia operaciones el 3 de noviembre de 1998, pero es hasta el 30 de marzo de 2000 cuando se emite en la Gaceta Oficial del Estado de Veracruz-Llave el decreto que crea al instituto como organismo público descentralizado del Gobierno del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propios.

La plataforma de tutorías a través de la modalidad en línea fue creada con el fin de crear una herramienta que funcionara como puente para estudiantes del

ITSX, ya que algunos alumnos no tienen la posibilidad de tomar tutorías presenciales, por lo que la creación de una plataforma en línea se vuelve una necesidad para el estudiante, además de que la misma modalidad le permite organizar sus tiempos sin necesidad de depender del tiempo del tutor.

Los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica, y de cualquier ingeniería en general, necesitan tener una formación interpersonal, así como la formación técnica inherente a las actividades del ITSX, por lo que el mismo instituto ofrece la formación integral que el alumno necesita, ya sea mediante la tradicional tutoría presencial o con la nueva modalidad en línea que esta plataforma implementa. Además, con el uso de una plataforma en línea se aprovechan al máximo las TIC, y quien sea que quiera formarse en un ámbito ingeniero-tecnológico debe de estar familiarizado con este tipo de tecnología, por lo que la plataforma no solo apoya al potencial ingeniero en mecatrónica en su formación integral interpersonal, también le ayuda introduciendo el uso de tecnologías de la información y comunicación. Con este escenario, la plataforma desarrollada en este proyecto está integrada de la siguiente manera:

Una página principal que cuente con los siguientes apartados:

- Bienvenida
- Cursos disponibles
- Tutoría mecatrónica
- Participantes□
- Insignias
- Competencias□
- Calificaciones□

- Programa de tutoría en línea
- Entrevista y test personal□
- Manual de tutoría del TECNM
- Material de apoyo y recursos de interés
- Sesiones de tutoría
- Secciones de área personal, calendario y ficheros privados.

La estructura de esta plataforma está diseñada para proporcionar a los alumnos los siguientes beneficios:

- Apoyo en el proceso de adaptación y la toma de decisiones escolares de los estudiantes que ingresan al ITSX.
- Fortalecer la formación académica y la orientación profesional de los estudiantes.
- Contribuir en la formación integral de los alumnos.□
- Fomentar el acercamiento del alumno con su tutor gracias a la confiabilidad y eficiencia en el proceso de tutorías.

Cabe resaltar que, como parte de este proceso, se realizó una encuesta al personal involucrado del área académica para ver si la plataforma del programa de tutoría en línea cumple con los objetivos planteados como generalidades de esa propuesta. La encuesta fue realizada en la plataforma encuestafacil.com, la cual es una herramienta web de encuestas online que permite a los usuarios elaborar por sí mismos, de forma rápida y sencilla, encuestas internas y externas que ayuden en la toma de decisiones, debido a que encuestafacil.com permite obtener información en tiempo récord y sin

destinar recursos. La pregunta de investigación la cual fue eje rector de esta propuesta fue ¿cuál será el impacto en la eficiencia terminal de estudiantes de nivel universitario si se le proporciona al inicio de su carrera el acompañamiento formal de un programa de tutoría en línea?

En este sentido, la encuesta de validación por expertos del uso de la plataforma nos muestra que esta cumple con los objetivos propuestos de apoyar en el proceso de adaptación y la toma de decisiones escolares a los estudiantes que ingresan al ITSX, así como de fortalecer la formación académica y la orientación profesional de los estudiantes contribuyendo en su formación integral, fomentando el acercamiento del alumno con su tutor gracias a la confiabilidad y eficiencia en el proceso de tutorías. La plataforma cuenta con las siguientes características:

- El contenido da una idea clara del proceso de tutoría. □
- Los instrumentos propuestos son claros y pertinentes para los tutores. □
- Los mensajes e indicaciones que proporciona son claros. □
- Los instrumentos propuestos son claros y pertinentes para los tutorados.
- El contenido es suficiente para la realización de tutorías.
- La estructura de la información, la fragmentación de su contenido, los textos y el volumen de la información son adecuados. □
- La cantidad y calidad de los materiales disponibles en la plataforma son adecuadas. □
- La plataforma fomenta la comunicación entre los alumnos.
- Los expertos consideraron que la cantidad de información, su claridad, facilidad de uso, el aspecto gráfico y la facilidad para imprimir son buenas.
- Los usuarios se sintieron satisfechos con la información obtenida en la plataforma y recomiendan su uso no solo para el ITSX, sino también para el sistema TECNM. □□

CONCLUSIONES

En este estudio se desarrolló la propuesta de un programa de tutoría académica en línea para los alumnos del ITSX, la cual contribuya en la eficiencia terminal de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, y que fue realizada en la plataforma Moodle con base en los lineamientos del Tecnológico Nacional de México y la expertiz documental y de campo obtenida en la elaboración de la misma.

La pregunta de investigación, que tenía como propósito determinar cuál sería el impacto en la eficiencia terminal de estudiantes de nivel universitario si se les proporciona al inicio de su carrera el acompañamiento formal de un programa de tutoría en línea, al ser validada por el grupo de expertos del área académica e involucrados directos en la eficiencia terminal del ITSX, tuvo como respuesta que la plataforma cumple con los objetivos propuestos para apoyar en el proceso de adaptación y la toma de decisiones escolares a los estudiantes que ingresan al ITSX, así como a fortalecer la formación académica y la orientación profesional de los estudiantes contribuyendo en su formación integral, fomentando el acercamiento del alumno con su tutor gracias a la confiabilidad y eficiencia en el proceso de tutorías. Se debe destacar también que el contenido de la plataforma propuesta da una idea clara del proceso de tutoría, con instrumentos propuestos pertinentes para los tutores y tutorados, además de un contenido suficiente para la puesta en marcha del programa, pues cuenta con adecuada estructura de la información, contemplando fragmentación de su contenido, textos y volumen de información, haciéndola de fácil uso y recomendándola ampliamente no solo para los alumnos de Ingeniería Mecatrónica, sino para todo el ITSX y el sistema TECNM.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Pedro, López Daniel, 2013. Gestión automatizada de tutorías. REDU, Revista de docencia universitaria, 12, 456.
- Álvarez Pérez, P., La función tutorial en la universidad: una apuesta por la mejora de la calidad de la enseñanza. Madrid: Editorial EOS Universitaria, 2002.
- Badillo Guzmán, J. (2007). La tutoría como estrategia viable de mejoramiento de la calidad de la educación superior. Reflexiones en torno al curso CPU-e. Revista De Investigación Educativa.
- Benemérita Escuela Normal Veracruzana "Enrique C. Rebsámen" (2015). Programa Institucional De Tutoría Plan Rector. Xalapa, Veracruz, México: BENV.
- DGEST. Procedimientos académicos administrativos 2006.
- DGPP-SEP (2010). Estadísticas continúas del formato 911 (inicio de los ciclos escolares 2006/2007, 2007/2008 y 2009/2010).
- Flores Villegas, L., Gallegos Vázquez, E., & Apodaca García, F. (2015). Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 [Ebook]. Xalapa, Veracruz.: Antonio Janoary Alemán Chang.
- García Pérez, S. (2010). El papel de la tutoría en la formación integral del universitario. Tiempo de Educar, (21), 31-56.
- Jenkins, J. K. & Jenkins, L. M. (1987). Making Peer Tutoring Work. Educational Leadership.
- Molina, B. I. (2012). Estado del arte sobre tutorías. Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas.
- Narro Robles, J., & Arredondo Galván, M. (2013). La tutoría. Un proceso fundamental en la formación de los estudiantes universitarios. Perfiles educativos, 35(141), 43-47.
- Narro Robles, J. y Martiniano Arredondo, G., La tutoría. Un proceso fundamental en la formación de los estudiantes universitarios, Perfiles Educativos. Obaya V., A., & Vargas R., Y. (2014). La tutoría en la educación superior.
- Pagano, A. and Buitron, V. (2009). Reorganización de las trayectorias escolares de los alumnos con sobre edad en el nivel primario. Madrid: Fundación Iberoamericana para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Ramona Imelda García López* Omar Cuevas Salazar* Javier José Vales García* Isidro Roberto Cruz Medina*. (2012). Impacto del Programa de Tutoría en el desempeño académico de los alumnos del Instituto Tecnológico de Sonora. Revista electrónica de investigación educativa, 14, 83.

- Ruiz Lourdes. (2014). Formación integral: desarrollo intelectual, emocional, social y ético de los estudiantes. Revista Universidad de Sonora, 4, 73.
- Secretaría de Educación de Veracruz (2011). Programa Veracruzano de Educación 2011 - 2016. Veracruz, Ver.
- SEGOB. (2013). Programa Sectorial de Educación 2013 – 2018 (p. 13). México: Diario Oficial de la Federación.
- Silva Marisol. (2011). El primer año universitario. Un tramo crítico para el éxito académico. Perfiles educativos, 33, 111.
- Tecnológico Nacional de México. (2013). Manual del tutor del SNIT (p. 8). TECNM.
- Tecnológico Nacional de México. (2013). Cuaderno de trabajo de tutoría del estudiante del SNIT (pp. 8-9). TECNM.
- Tecnológico Nacional de México. (2014). Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 (p. 21). TECNM.
- Tinto, V., El abandono de los estudios superiores. Una nueva perspectiva de las causas del abandono y su tratamiento, Cuadernos de Planeación Universitaria.
- UNAM. (2012) Documento del Sistema Institucional de Tutorías.
- Yadira Elizabeth Pola Zambrano y Víctor del Carmen Avendaño Porras (2015): "La eficiencia terminal en el nivel superior en México", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (octubre 2015).

http://www.itsx.edu.mx/transparencia/VII/PIID_2013-2018.pdf

http://www.itsx.edu.mx/transparencia/VII/PIID_2013-2018.pdf

www.tutoria.unam.mx/sitetutoria/ayuda/sitUNAM.pdf

<http://redalyc.uaemex.mx/src/Inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=31116163003>

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283121712006>

<https://www.itsx.edu.mx/>

<https://imgur.com/a/bX4PZb2>

https://es.wikipedia.org/wiki/Instituto_Tecnológico_Superior_de_Xalapa

<http://www.eumed.net/rev/atlante/10/rendimiento-escolar.html>

<http://www.unesco.org/new/es/havana/areas-of-action/education/tic-en-la-educacion/>

https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle

<https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Los-jovenes-mexicanos-son-los-que-mas-buscan-la-educacion-en-linea-20180228-0047.html>



READ ONLY: LECTURA Y COMPRENSIÓN LECTORA

Jesica Valerio Sastre

Lourdes Yareli Solano Uscanga
Karla Alejandra Jiménez Martínez



**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos**



RESUMEN

Read Only surge como un proyecto que propone resarcir la necesidad de material literario que contenga actividades lúdicas para la comprensión lectora de los alumnos del primer grado de primaria pública, que inician su vida lectora haciendo uso de lo cognitivo. El sitio web está clasificado en textos literarios como cuentos, fabulas, mitos y leyendas. Cada actividad contiene fragmentos de la lectura y es adecuada para que el niño comprenda lo que ha leído; de esta manera, mediante el uso del sitio web, el alumno podrá leer 20 minutos diarios, como lo sugiere el programa nacional de lectura.

INTRODUCCIÓN

El hábito de la lectura en pleno siglo XXI es una competencia que pocas personas desarrollan o mantienen con el fin de conocer y viajar a través del maravilloso mundo de la imaginación. La lectura es un medio a través del que nos podemos comunicar. La comprensión es la aptitud o astucia para alcanzar un entendimiento de las cosas. Se conoce como «comprensión lectora» al desarrollo de significados mediante la adquisición de las ideas más importantes de un texto y la posibilidad de establecer vínculos entre estas y otras ideas adquiridas con anterioridad. Es posible comprender un texto de manera literal (centrándose en aquellos datos expuestos de forma explícita), crítica (con juicios fundamentados sobre los valores del texto) o inferencial (leyendo y comprendiendo entre líneas), etcétera.

TEORÍA

El lenguaje evoluciona a medida que lo hacemos nosotros; no obstante, el lenguaje no es sólo un medio que sirve para comunicarse y hacerse entender, sino que abarca mucho más. El lenguaje es uno de los medios principales por los cuales conocemos nuestro mundo, adquirimos conocimientos, y hablamos sobre ellos (Castro et al., 2015); en este punto interviene la lectura, uno de los medios por los cuales podemos conocer el mundo a través del lenguaje. Una lectura comprensiva (con una buena comprensión lectora) nos ayudará a extraer los significados explícitos del texto, hacer inferencias, extraer ideas implícitas, realizar extrapolaciones y relacionarlas con experiencias personales pasadas, e incluir todo ese nuevo conocimiento a la información previa ya almacenada en nuestra memoria (Castro et al., 2015).

El diccionario de la Real Academia Española define la palabra lectura como “la interpretación del sentido de un texto”. Leer un texto no implica que estemos entendiendo su contenido, un motivo puede ser que no sepamos el significado de algunas palabras o que no interpretemos lo que el autor quiere expresar, pero otro motivo puede ser que no estemos concentrados, se puede leer y pensar en otra cosa a la vez, problema que debemos corregir desde las edades escolares fomentando estrategias de comprensión lectora. Una forma ideal de incentivar la lectura como un hábito cotidiano en los más pequeños es mediante cuentos infantiles cortos.

El objetivo final de la lectura es la comprensión lectora, y la competencia lectora es muy importante para entender y aprender, es decir, para ampliar nuestro conocimiento del mundo. Por lo tanto, leer es una de las habilidades más importantes que tiene que desarrollar un niño durante su periodo de educación. A pesar de la importancia que tiene el lenguaje, la lectura y la comprensión lectora, actualmente hay muchos niños cursando estudios que tienen muchas dificultades para leer o entender un texto. Entre los principales

problemas con los que se encuentran los estudiantes destacamos: dificultades para distinguir la información relevante de un texto e ignorar la irrelevante, dificultades para resumir o sintetizar un texto, dificultades para identificar el tema principal de un texto, problemas con vocabulario específico, etcétera. Por lo tanto, es clara la importancia de la lectura y la comprensión lectora como medio para obtener conocimiento e información de nuestro entorno; aun así, no se le da la importancia que se le debería dar ni se le dedica el tiempo y el trabajo que se le debería dedicar, sobre todo durante la infancia y el periodo de educación infantil.

La comprensión de textos es de vital importancia en el aprendizaje, empezando desde la comprensión de oraciones simples hasta la de textos más complejos. En ese sentido, se hace necesario escoger las lecturas para niños más adecuadas, aquellas que se adapten al nivel indicado para su edad, además de que deben ser atractivas, ya que de esta forma se asegura que el niño preste atención a lo que lee y sea capaz de, posteriormente, explicarlo; asimismo, es recomendable utilizar párrafos cortos y amenos, que mantengan el interés del niño

Lograr un correcto desarrollo de la comprensión lectora es una tarea en la que se deben tener en cuenta los distintos elementos que acompañan al texto y que, en su conjunto, lo dotan de un sentido global, permitiendo crear ejercicios de comprensión lectora de un alto valor pedagógico. Hecho esto, y basándose en su elaboración y finalidad, el alumno de primaria llegará a una conclusión relacionada con sus características y convenciones literarias.

En México se leen 3.8 libros en promedio, lo cual nos da 3 libros por persona, de los cuales solo 2 personas de cada 10 comprenden el contenido de lo que leyó, 6 de cada 10 dicen que comprenden solo la mitad o muy poco. Pese a esto, solo el 37.6% de la población consulta fuentes para comprender la lectura

(INEGI 2018).

¿CUÁNTOS LEEN?

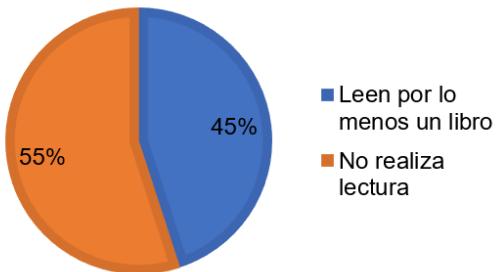


Figura 1 Gráfica ¿Cuántos leen? INEGI 2018.

La última medición del INEGI, realizada en febrero, muestra que el 45% de los mexicanos lee por lo menos un libro al año, mientras que el otro 55% no realiza la lectura de ningún material literario, como se muestra en la figura 1.

¿CÓMO LEEN?

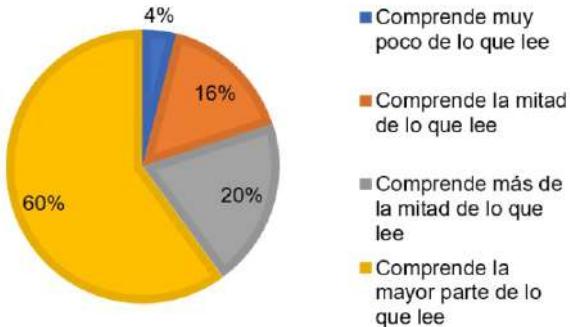


Figura 2 Gráfica ¿Cómo leen? INEGI 2018.

De las personas que leen, figura 2, el 4% comprende muy poco de lo que lee; el 16 por ciento tiene una comprensión de la mitad, el 20% entiende más de la mitad y casi el 60% entiende la mayor parte de lo que lee.

¿QUÉ LEEN?

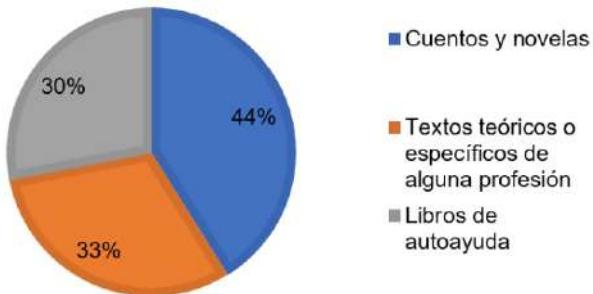


Figura 3 Gráfica ¿Qué leen? INEGI 2018.

Los lectores en México leen en su mayoría literatura, es decir, cuentos y novelas, con un 44%, el 33% lee textos teóricos o específicos de alguna profesión, mientras que casi el 30% lee libros de autoayuda, como se exemplifica en la figura 3.

¿TIENEN LIBROS EN CASA?

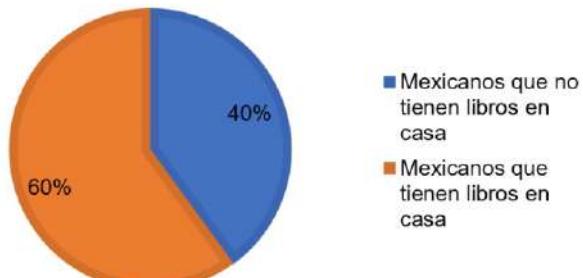


Figura4 Gráfica ¿Tienen libros en casa? INEGI 2018..

Respecto al fomento de la lectura infantil, casi el 40% de los mexicanos no tiene libros en casa, caso contrario al 60% que tiene libros en casa.

¿LEEN CON LOS NIÑOS?

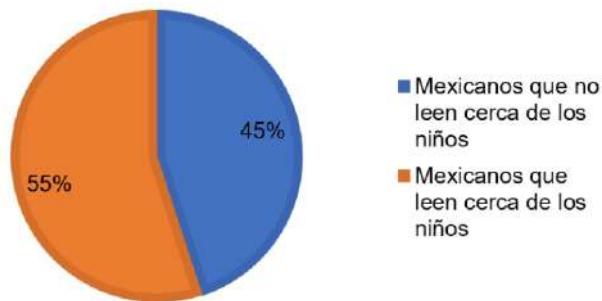


Figura 5 Gráfica ¿Leen con los niños? INEGI 2018.

De igual manera, con relación al fomento de la lectura infantil, como se muestra en la figura 5, el 45% de los mexicanos no leen con los niños, solamente el 55% lee con ellos.

La última medición del INEGI, que indicó cuántos libros leen los mexicanos durante el año, mostró que las personas consumen en promedio 3.8 libros anualmente, lo cual coloca a México por debajo del promedio de América Latina, que es de 5.4 ejemplares.

El sitio web Read Only será de impacto en la formación del alumno en primaria al ser un tema de interés nacional, siendo un punto clave en la enseñanza para mejorar la situación de la sociedad mexicana, ya que plantea una estrategia en la educación a través de recursos electrónicos gratuitos, implementados en las aulas desde el inicio de la formación del alumno, con una visión futurista; con los resultados se verán los cambios en el alumno respecto a su fluidez y comprensión lectora.

Las lecturas comprensivas que se ofrecen en el sitio web Read Only parten de textos con una finalidad lúdica y recreativa desde sus expresiones más sencillas, favoreciendo experiencias atractivas y agradables en torno a la

lectura y fomentando el hábito lector, a la vez que son instrumentos pedagógicos orientados al perfeccionamiento del análisis de textos en diversas situaciones comunicativas.

El docente en el sector público de primer grado de primaria realizará evaluaciones de medición mediante el implemento de rúbricas que evalúen la comprensión de la lectura, pues en este nivel educativo la evaluación debe apoyar la consecución del aprendizaje en lugar de simplemente medirlo. Este principio básico de la evaluación suele olvidarse con frecuencia, sobre todo cuando se trata de estimar el logro de la comprensión lectora.

PARTE EXPERIMENTAL

De acuerdo con la entrevista a Isidro López Velásquez, director de la escuela primaria Justo Sierra, de la ciudad de Coatzacoalcos, sí se necesitan las herramientas tecnológicas para poder trabajar con los alumnos la materia de lectura, y recalcó que tener un sitio web sería una buena estrategia para motivarlos y llevar a cabo las actividades.

Por su parte, la maestra Celia Patricia Guízar Delfín retroalimentó el sitio web en relación con las actividades que se deben mostrar tanto de escritura y de comprensión, sobre todo que estén acorde al nivel primaria. Una vez que esté diseñado y desarrollado el sitio web, la siguiente etapa del proyecto es el uso de los niños de primaria, empezando por la escuela Justo Sierra.

RESULTADOS

A continuación, se muestran las secciones que incluirá el sitio web.

En la sección de inicio se describe el objetivo principal del sitio web y un breve video relacionado a la comprensión lectora.



Figura 6. Secciones del sitio web.

Read Only está clasificado en textos literarios, clasificados en cuentos, fábulas, mitos y leyendas e historia, contando cada texto literario con cuatro ejemplares.

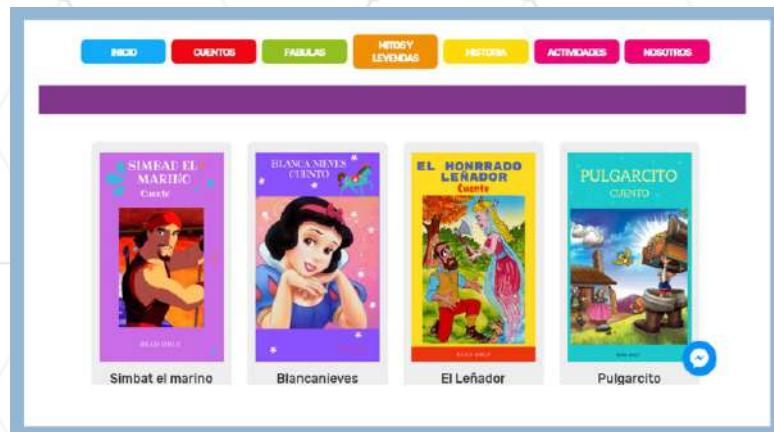


Figura 7. Ejemplo de actividades de Mitos y Leyendas.

RESULTADOS

Por cada texto literario existe una serie de actividades, como se muestra en la figura 7, que contienen fragmentos de la lectura y es adecuada para que el niño comprenda lo que ha leído; lo anteriormente mencionado se encuentra en la sección de actividades.

El sitio web 'Read Only: lectura y comprensión lectora' está finalizado en su desarrollo, la próxima etapa será su puesta en marcha, iniciando con los alumnos de la primaria Justo Sierra, de la ciudad de Coatzacoalcos.

CONCLUSIONES

Es muy clara la importancia que tiene la lectura y la comprensión lectora como medio para obtener conocimiento e información de nuestro entorno a través del lenguaje. A pesar de ello, actualmente no se le da la importancia que se le debería dar, ni se le dedica el tiempo ni el trabajo que se le debería dedicar, sobre todo durante la infancia y el periodo de educación infantil. Por lo tanto, debemos tener mucho más en cuenta los procesos de lectura y comprensión lectora durante la educación del niño, además de dedicarle especial énfasis a aquellas personas cuyas dificultades son visibles desde los inicios del aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano Carrasco, Alma, Lectura. Revista Mexicana de Investigación Educativa [en linea] 2003, 8 (enero-abril) : [Fecha de consulta: 23 de junio de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14001702>> ISSN 1405-6666
- Castro, A., Díaz, D., Robles, H., Rodrigo, N., Rodríguez, A., Cantillo, M., Carbonó, V., Álvarez, S., Dick, U. & Florez, G. (2015). El efecto del uso de las TIC en la comprensión lectora de español como lengua materna. Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación. 5 (10), 43-50.
- Desarrollo cognitivo y educación Gerome S. Bruner,selección de textos por Jesús Palacios .Traducido por J.M IGOA , R ARANCELES .G.F SOLANA.COLINA . Segunda edición 1995, Ediciones Morata, S.L (1995) ISBN 847112319-3
- García-García, Miguel Ángel, Arévalo-Duarte, Mayra Alejandra, Hernández-Suárez, César Augusto, La comprensión lectora y el rendimiento escolar. Cuadernos de Lingüística Hispánica [en linea] 2018, (Jul-Dec) : [Fecha de consulta: 23 de junio de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322258748008>> ISSN 0121-053X
- Sánchez, E. y García Rodicio, H. (2006). «Re-lectura del estudio pisa: qué y cómo se evalúa e interpreta el rendimiento de los alumnos en lectura». Revista de Educación, número extraordinario, pp. 195- 226. Disponible en: http://campus.usal.es/~aiape/docs/relectura_estudio_pisa.pdf.
- Sánchez Miguel, E. (coord.) (2010). La lectura en el aula: qué se hace, qué se debe hacer y qué se puede hacer. Barcelona: Graó.



ANÁLISIS DE LAS ASIGNACIONES FINANCIERAS PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE DESARROLLO SOCIAL ENFOCADAS A LA PROMOCIÓN DE LA IGUALDAD ENTRE MUJERES Y HOMBRES EN MÉXICO 2012-2019

Claudia Patricia Fernández de Lara Arcos¹
Gustavo Miguel Orduña Castañeda²

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa¹
Escuela de Bachilleres Diurna Joaquín
Ramírez Cabañas²



RESUMEN

Este trabajo señala las prioridades observadas en las políticas públicas de desarrollo social para la promoción de la igualdad entre mujeres y hombres en cumplimiento a la obligatoriedad del Estado mexicano; mediante el análisis financiero de las asignaciones establecidas en los Presupuestos de Egresos de la Federación comprendidos en el periodo de 2012 a 2019.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la población mexicana, las mujeres constituyen el grupo social por sexo con mayor cantidad de individuos en condición de pobreza extrema y moderada. Esta situación da lugar a la creación de políticas públicas por parte del Gobierno Federal que, a través de programas, tengan el objetivo de disminuir las carencias que limitan a este sector poblacional para alcanzar niveles de vida dignos.

Con base en lo anterior, en esta investigación se muestra, en primera instancia, la definición de pobreza, sus características y clasificación; posteriormente, se señalan los niveles de pobreza del sector femenino en México, en contraste con los que presenta el grupo poblacional masculino; y finalmente se describen los resultados obtenidos del análisis financiero aplicado al ramo 21 Desarrollo Social/Bienestar, dentro del anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre mujeres y hombres, de los Presupuestos de Egresos de la Federación para los ejercicios comprendidos en el periodo de 2012 a 2016.

POBREZA

La conceptualización de pobreza ha significado uno de los debates más importantes dentro de la economía por constituir un aspecto de compleja medición e identificación, debido a la subjetividad de sus atributos y características. Sin embargo, puede definirse como la incapacidad para satisfacer las necesidades humanas fundamentales, que pretenden elegir, modificar y desarrollar las formas y proyectos de vida esperados dentro del ámbito social , generando bajos niveles de bienestar en los estilos de vida de la población . No obstante, estas necesidades o incapacidades presentan una alta complejidad para su definición y medición, ya que reciben una notable influencia del contexto social en el que se desarrolle n. Dicho de otra forma, la conceptualización de la pobreza se configura por las costumbres, religión, nacionalidad, tradiciones, cultura, etcétera, del lugar y momento en el que se presente, por lo que el nivel de renta o ingreso no representa un determinante para situar a un individuo en situación de pobreza. Se n determina que la población pobre es aquella que ostenta privaciones de sus capacidades básicas, concebidas como libertades fundamentales que deben poseerse para valorar el tipo de vida que se lleva. De acuerdo a esto, las libertades de un ciudadano se clasifican en:

- Libertades fundamentales, representadas por las capacidades elementales como evitar la inanición, desnutrición, etc.;
- Libertades políticas, determinadas por los derechos humanos y la capacidad de los ciudadanos de elegir a sus gobernantes y optar con la opción de evaluarlos;
- Servicios económicos, que se refieren a la capacidad de consumo y producción de los individuos;
- Las garantías de transparencia, que promueven la divulgación de información clara;

- La seguridad protectora, que promueven la protección social y evitan que la población caiga en la miseria extrema; y finalmente,
- Las oportunidades sociales; que son aquellas que promueven la participación de los ciudadanos en las actividades económicas y políticas de la sociedad .

En otras palabras, esta visión, basada en la perspectiva del desarrollo humano, considera a la pobreza como una situación multidimensional, en la que las carencias van más allá de la renta o activos en posesión de una persona (Domínguez & Martín, 2006).

La pobreza puede clasificarse en pobreza extrema y pobreza moderada; la primera de ellas se entiende como aquella en la que los integrantes de una sociedad exponen carencias que les generan algún deterioro orgánico (Comité Técnico para la Medición de la Pobreza SEDESOL, 2002) Por otra parte, la pobreza moderada hace referencia a aquellas carencias de carácter no esencial, que detienen el desarrollo social de un individuo (Comité Técnico para la Medición de la Pobreza SEDESOL, 2002; Flores, 2001), atribuyéndosele un carácter relativo, pues los sectores sociales con estas carencias son identificados como pobres en relación con el nivel de bienestar que prevalece en su contexto social (Flores, 2001)

POBREZA FEMENINA EN MÉXICO

En el año 2015 habitaban en México un total de 119.9 millones de personas, de las cuales el 48.6% son hombres y el 51.4% son mujeres (Instituto Nacional de

Estadística y Geografía, 2015). Asimismo, en 2016 el 43.6% de la población mexicana se encontraba en situación de pobreza, equivalente a 53.4 millones de personas, quienes cuentan con 2.2 carencias promedio; porcentaje que se conforma por un 35.8% de personas en pobreza moderada, con 1.9 carencias promedio y un 7.6% de personas en pobreza extrema con 3.5 carencias promedio (Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social , 2016 -véase gráfica 1).

Gráfica 1. Porcentaje de la población en situación de pobreza en México 2010-2016.



Fuente: elaboración propia con información de Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social , 2016.

Por otro lado, en 2016, dentro del total de la población femenina, el 44.0%, equivalente a 27.9 millones mujeres con 2.1 carencias promedio, se encuentra en situación de pobreza, porcentaje constituido por un 36.4% de mujeres en pobreza moderada con 1.8 carencias promedio y un 7.7% de féminas en pobreza extrema, con 3.5 carencias promedio, representando 4.8 millones de mujeres. En contraste, existen 7.6% de hombres en pobreza extrema con 3.5 carencias promedio, equivalentes a 4.5 millones de hombres (Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social , 2016) Así bien, en la figura 2 se puede observar que en 2016 existía una diferencia de

2 millones de mujeres pobres y 0.3 millones de mujeres en situación de pobreza extrema, frente a la población de sexo masculino en la misma condición.

ANÁLISIS DE LAS FINANZAS PÚBLICAS PARA LA IGUALDAD

La Ley General para la Igualdad entre hombres y mujeres (2018) tiene como objetivo “regular y garantizar la igualdad de oportunidades y de trato entre mujeres y hombres, proponer los lineamientos y mecanismos institucionales que orienten a la nación hacia el cumplimiento de la igualdad sustantiva en los ámbitos público y privado, promoviendo el empoderamiento de las mujeres y la lucha contra toda discriminación basada en el sexo”; por lo tanto, el Presupuesto de Egresos de la Federación, para el ejercicio fiscal 2019, establece en su artículo 21, la obligatoriedad del Poder Ejecutivo Federal para impulsar, “de manera transversal, la igualdad sustantiva entre hombres y mujeres a través de la incorporación de la perspectiva de género en el diseño, elaboración, aplicación, seguimiento y evaluación de resultados de los programas de la Administración Pública Federal”, asignando recursos a través de lo presupuestado en el anexo 13 a “las dependencias y entidades que tengan a su cargo programas para mujeres y la igualdad de género, así como las entidades federativas y municipios que reciban recursos etiquetados” (Presupuesto de Egresos de la Federación , 2019)

Gráfica 2. Población por sexo en situación de pobreza 2010 y 2016.



Fuente: elaboración propia con información de Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social , 2016.

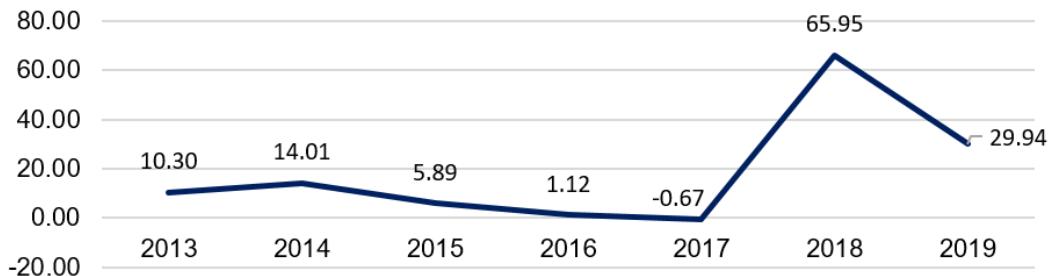
Los recursos del anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre las mujeres y hombres, para el ejercicio fiscal 2019, ascendieron a 49,056.26 millones de pesos constantes base 2013, equivalentes al 12.83% del Presupuesto de Egresos de la Federación para el mismo ejercicio, con una tasa de crecimiento anual promedio de 18.08%, siendo este ejercicio el que presentó el segundo mayor crecimiento en el periodo estudiado (2012-2019) con 29.94%, sólo después de la tasa de crecimiento para 2018 con 65.95 %, (véase gráfica 3).

Por otra parte, la Ley General de Desarrollo Social (2018) tiene como objetivo, de acuerdo al artículo 1, “garantizar el pleno ejercicio de los derechos sociales consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, asegurando el acceso de toda la población al desarrollo social”, y señala la obligatoriedad del Gobierno Federal para la aplicación de la ley (artículo 4), debiendo garantizar a los grupos sociales en situación de vulnerabilidad sus derechos para el desarrollo social, que son “la educación, la salud, la alimentación nutritiva y de calidad, la vivienda digna y decorosa, el disfrute de un medio ambiente sano, el trabajo y la seguridad social y los relativos a la no discriminación” (artículo 6). Es importante señalar que los grupos sociales en situación de vulnerabilidad se definen como “aquellos

núcleos de población y personas que, por diferentes factores o la combinación de ellos, enfrentan situaciones de riesgo o discriminación que les impiden alcanzar mejores niveles de vida y, por lo tanto, requieren de la atención e inversión del gobierno para lograr su bienestar" (Ley General de Desarrollo Social, artículo 5, 2018).

Gráfica 3. Tasa de crecimiento anual de los recursos etiquetados en el Anexo 13 Erogaciones para la igualdad entre mujeres y hombres 2013-2019 (millones de pesos constantes base 2013).

Tasa de crecimiento anual de los recursos etiquetados en el anexo 13
Erogaciones para la igualdad entre mujeres y hombres 2013-2019
Millones de pesos constantes base 2013



Fuente: Elaboración propia con información de Presupuesto de Egresos de la Federación, 2012-2019.

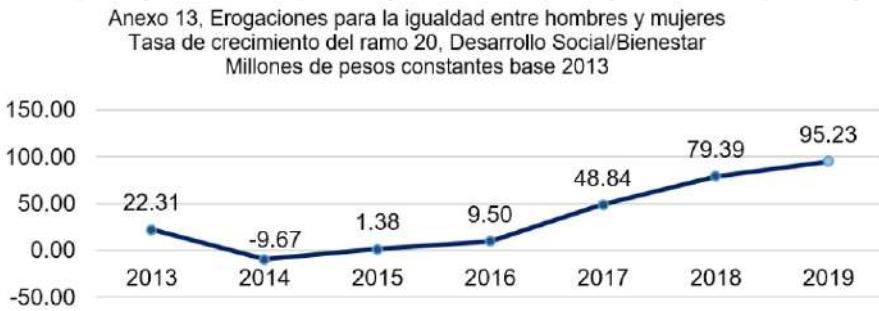
Por tal razón, dentro del Presupuesto de Egresos de la Federación, específicamente en el anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre las mujeres y hombres, el Poder Ejecutivo Federal debe realizar una presupuestación de recursos que garantice a las mujeres, especialmente en situación de pobreza moderada y extrema, sus derechos al desarrollo social.

Así bien, los recursos para promover el desarrollo social de las mujeres en situación de vulnerabilidad, asignados dentro del anexo 13, específicamente en el ramo 20, Desarrollo Socia/Bienestar, ascendieron, en el ejercicio fiscal 2019, a 30,838.41 millones de pesos constantes base 2013, representando el

total, denotando la importancia del desarrollo social dentro de la promoción para el impulso de la equidad entre mujeres y hombres. Estos recursos presentan una tasa de crecimiento promedio en el periodo de estudio de 35.28%, siendo el año 2019 el que mayor crecimiento ostento con un 95.23% respecto al ejercicio anterior, de acuerdo a lo observado en la gráfica 4.

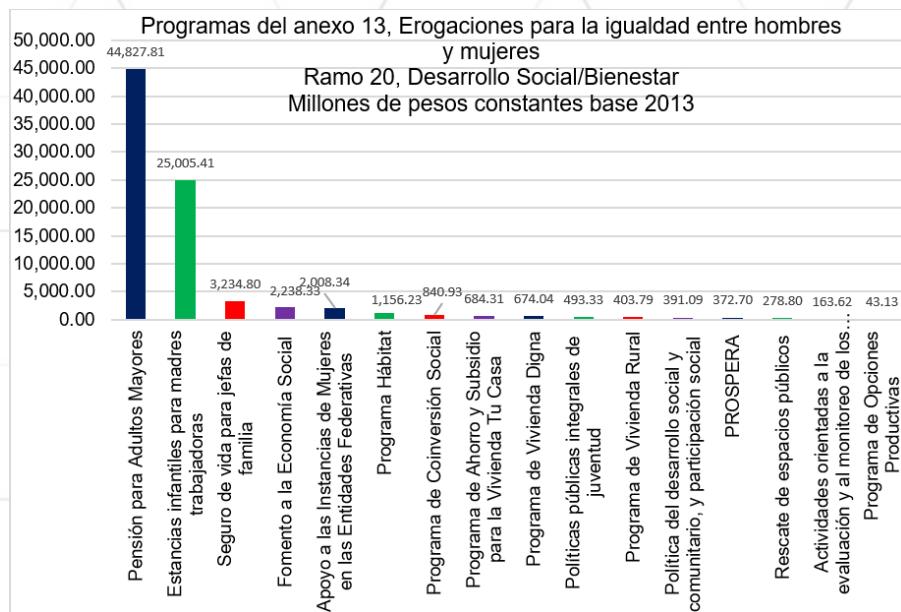
Dentro de los programas que integran el ramo 20, Desarrollo Social/Bienestar, en el anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre hombres y mujeres, destaca por la mayor cantidad de recursos asignados el denominado Pensión para Adultos Mayores, creado a partir del ejercicio 2017 con un presupuesto para 2019 de 28,799.32 millones de pesos constantes (gráfica 5), y que representa el 54.12% promedio del total del ramo 20, dentro del anexo 13, en el periodo 2017 a 2019. Este programa ha mostrado una tasa de crecimiento promedio de 153.59% (véase gráfica 6) en virtud de la importancia de su población objetivo, ya que favorece a dos grupos sociales en situación de vulnerabilidad: mujeres y adultas mayores en pobreza (integrado por mujeres de 65 años de edad en adelante). Es importante señalar que la población de adultos mayores en situación de pobreza extrema representa el 6.6% de la población, equivalente 0.6 millones de personas con 3.5 carencias promedio (Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social , 2016).

Gráfica 4. Tasa de crecimiento del ramo 20, Desarrollo Social/Bienestar, anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre hombres y mujeres (millones de pesos constantes base 2013).



Fuente: elaboración propia con información de Presupuesto de Egresos de la Federación, 2012-2019.

Gráfica 5. Programas que conforman el ramo 20, Desarrollo Social/Bienestar, anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre hombres y mujeres (millones de pesos constantes base 2013).



Fuente: elaboración propia con información de Presupuesto de Egresos de la Federación, 2012-2019).

Gráfica 6. Pensión para adultos mayores del ramo 20, Desarrollo Social/Bienestar, anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre hombres y mujeres (millones de pesos constantes base 2013).



Fuente: elaboración propia con información de Presupuesto de Egresos de la Federación, 2012-2019.

Así bien, se puede observar que las asignaciones presupuestales para la aplicación de políticas públicas que promueven el desarrollo social y la igualdad entre hombres y mujeres han permanecido, en esencia constantes, a pesar del cambio de administración federal en el ejercicio 2019, dando especial importancia a las políticas que pretenden impulsar la abolición de carencias en el sector vulnerable de mujeres mayores, con edad de 65 años o más.

CONCLUSIONES

La pobreza puede describirse como un concepto multidimensional, que se compone de acuerdo al contexto social y características de la población que la desarrolla. Por lo tanto, la población mexicana en situación de pobreza cuenta con carencias que la ponen en desventaja frente a otros grupos sociales que logran alcanzar los niveles de vida deseados. Uno de los sectores más afectados por esta situación es el de las mujeres, al ser el grupo social por sexo que mayor nivel de pobreza extrema y moderada presenta.

Por lo anterior, el Gobierno Federal, a través del anexo 13, Erogaciones para la igualdad entre hombres y mujeres, del Presupuesto de Egresos de la Federación, tiene por objeto disminuir la discriminación por sexo y, en específico, dentro los recursos de este anexo asignados al ramo 21, Desarrollo Social/Bienestar, con el fin de disminuir el rezago social de las mujeres en situación de vulnerabilidad. Así bien, en el análisis financiero de la distribución de los recursos del ramo 21, dentro del anexo 13, se observó una continuidad en la asignación de presupuesto, siendo el programa Pensión para Adultos

Mayores el que obtuvo la mayor cantidad de recursos presupuestados, denostando con ello el interés del Gobierno Federal por contribuir a la disminución de carencias de las mujeres pobres con edad de 65 años o más en situación de pobreza.

BIBLIOGRAFÍA

- Ley General de Desarrollo Social . (25 de junio de 2018). Recuperado el 1 de julio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/264_250618.pdf
- Ley General para la Igualdad entre Hombres y Mujeres. (14 de junio de 2018). Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIMH_140618.pdf
- Comité Técnico para la Medición de la Pobreza SEDESOL. (2002). Medición de la pobreza, variantes metodológicas y estimación preliminar. México, México: SEDESOL.
- Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social . (2016). CONEVAL. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2016.aspx
- Domínguez, J., & Martín, A. (diciembre de 2006). Medición de la pobreza: una revisión de los principales indicadores. Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa(2), 27-66.
- Flores, M. d. (2001). La medición de la pobreza en México. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). INEGI. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Población: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2012). Recuperado el 30 de junio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2012/PEF_2012_abro.pdf
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2013). Recuperado el 30 de junio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2013/PEF_2013_abro.pdf aula: qué se hace, qué se debe hacer y qué se puede hacer. Barcelona: Graó.
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2014). Recuperado el 30 de junio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2014/PEF_2014_orig_03dic13.pdf
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2015). Recuperado el 30 de junio de 2019, de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2015/PEF_2015_abro.pdf

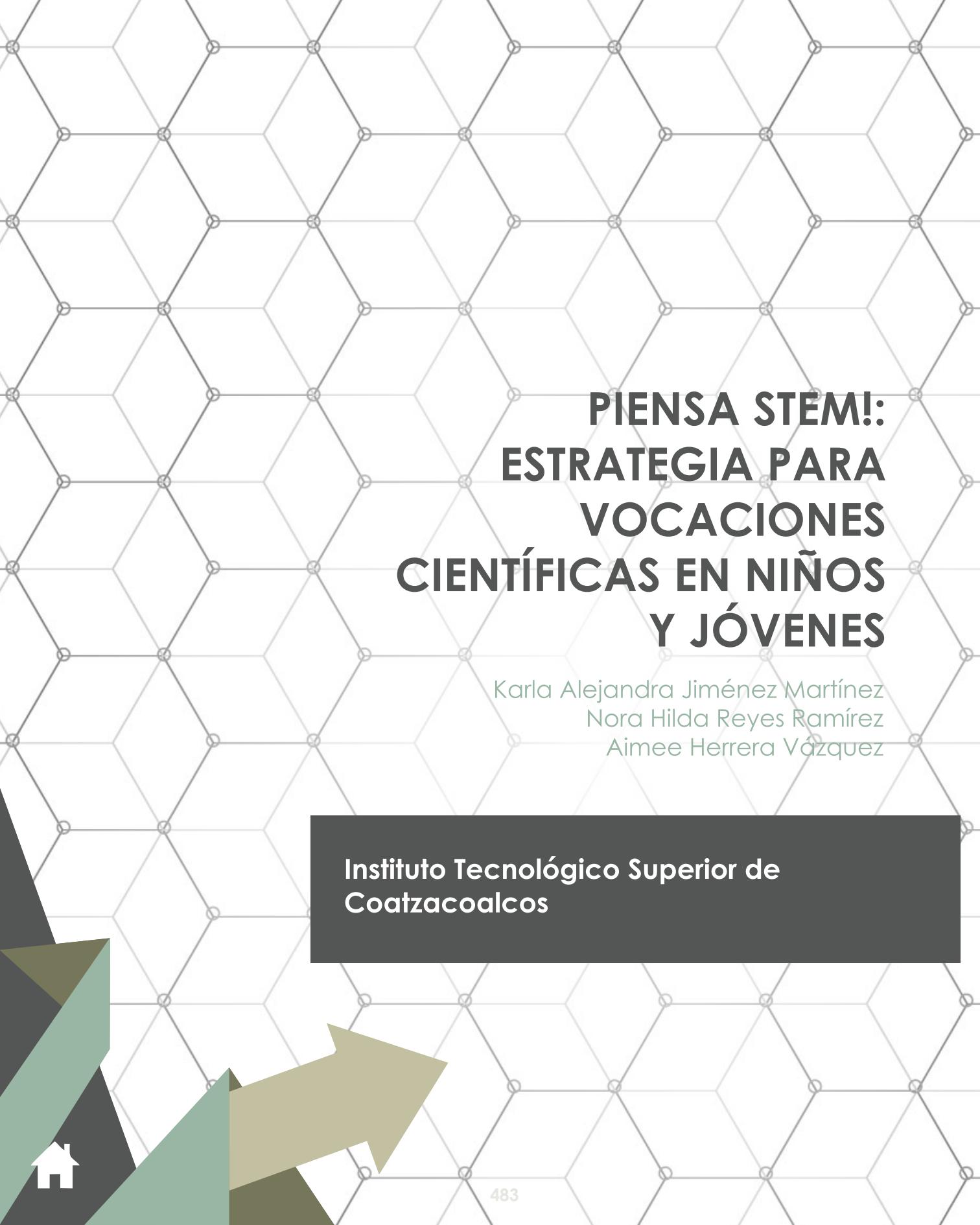
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2016). Recuperado el 30 de junio de 2019, de
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2016/PEF_2016_abro.pdf
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2017). Recuperado el 30 de junio de 2019, de
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2017/PEF_2017_orig_30nov16.pdf
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2018). Recuperado el 30 de junio de 2019, de
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2018/PEF_2018_orig_29nov17.pdf
- Presupuesto de Egresos de la Federación . (2019). Obtenido de
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2019_281218.pdf



CAPÍTULO VIII:

Divulgación de la Ciencia





PIENSA STEM! ESTRATEGIA PARA VOCACIONES CIENTÍFICAS EN NIÑOS Y JÓVENES

Karla Alejandra Jiménez Martínez
Nora Hilda Reyes Ramírez
Aimee Herrera Vázquez

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos**



INTRODUCCIÓN

La educación avanza a pasos agigantados hacia el mundo digital y las nuevas tecnologías. De los libros y los apuntes se ha emigrado a las computadoras, dispositivos móviles, uso de redes sociales y las tareas online. La comunicación con el profesor vía email o servicios de mensajería se ha tornado como parte de la rutina de retroalimentación. Valores como la competencia digital, el trabajo en equipo y la toma de decisiones son incorporados en los conocimientos curriculares de todas las asignaturas. Desde hace unos años se ha implantado una metodología de estudios llamada STEM, que busca educar a los estudiantes de manera práctica y amena, integrando cuatro disciplinas específicas: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Desde entonces, su implementación se ha convertido en uno de los objetivos más importantes de los sistemas educativos de países como EE. UU., Reino Unido, Finlandia o los que conforman la Unión Europea, y ahora en México, pero, más allá de estos planteamientos a futuro. De esta manera, ciñéndonos al presente pedagógico, planteamos las razones que hacen relevante la educación STEM:

- Promueve una cultura de pensamiento científico para la toma de decisiones del alumnado, lo que resulta muy útil tanto dentro como, sobre todo, fuera del aula.
- Permite la adquisición de una serie de conocimientos tecnológicos y científicos, aplicables a cualquier posible situación que pueda aparecer en el futuro, desde una perspectiva integrada.
- La integración del conocimiento permite una mayor conciencia de las relaciones entre las diferentes áreas del saber, asegurando un mayor grado de participación en los proyectos resultantes.



La automatización tanto en los procesos productivos como de gestión y análisis es cada vez más universal e implica más actividades. A pesar de los altos índices de desempleo entre la población más joven a nivel mundial, la formación en estas áreas es escasa. Las empresas demandan de forma creciente y urgente profesionales formados en ciencia y tecnología para poder afrontar los nuevos retos, pero se encuentran con grandes dificultades a la hora de contratar estos perfiles, debido a que los sistemas educativos caminan más lento y la transformación de la educación no se produce al ritmo que exige la producción mundial.

Para tratar de acortar esta distancia entre formación y necesidades productivas, las empresas están optando por instruir a los nuevos empleados en las destrezas que se requieren de forma urgente, o incluso pagando una formación externa. Los gobiernos, por su parte, empiezan a colaborar con el sector empresarial y promueven políticas encaminadas a alentar una vocación científica o tecnológica en los más jóvenes.

TEORÍA

Actualmente no hay jóvenes que elijan carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), lo que puede ocasionar una escasez de talento para las empresas del sector. Alistair Cox, CEO de Hays, afirma que los padres, las instituciones educativas, las empresas y los gobiernos de todo el mundo deben focalizarse en este problema y animar a más jóvenes a participar en las materias STEM. Los objetivos de la educación

STEM, en todos los niveles de la educación, incluyen el desarrollo del interés científico de los estudiantes y su capacidad para resolver problemas auténticos, con el objetivo de que el conocimiento de la ciencia se utilice para la comprensión del mundo actual. Además, los estudiantes podrán utilizar nuevas herramientas tecnológicas y entender cómo la tecnología afecta al mundo que les rodea, para darse cuenta de la importancia de la ingeniería en el mundo real y cómo están vinculados entre sí.

La urgencia de la educación STEM ha sido impulsada por el imperativo de la fuerza laboral y la necesidad de satisfacer una demanda creciente de empleos STEM, el cual se trata de un enfoque de enseñanza interdisciplinaria, relacionada con el contexto del mundo real. El INEGI menciona que el 78.22% de los estudiantes de 18 años en México no está interesado en dedicarse a la ciencia. Por ello, es fundamental revertir estos indicadores, basándose en impulsar el movimiento STEM a través de los objetivos de desarrollo sostenible, y asegurar un mercado laboral más preparado y equitativo. De acuerdo con Amina J. Mohammed, vicesecretaria general de la Organización de las Naciones Unidas “los objetivos de desarrollo sostenible” son mecanismos apropiados que permitirán a la población y a sus dirigentes, de forma conjunta, participar en la búsqueda de consensos sociales y disminuir las brechas”.

El 25 de septiembre de 2015, más de 150 líderes mundiales asistieron a la Cumbre de las Naciones Unidas con el fin de aprobar la Agenda para el Desarrollo Sostenible. El documento final, titulado “Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, fue adoptado por los 193 estados miembros de las Naciones Unidas, el cual incluye los 17 objetivos de desarrollo sostenible, cuyo principal enfoque es poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático sin que nadie quede atrás para el 2030. Según UNESCO (2012), la educación STEM es el

sustento de la Agenda 2030, logrando proporcionar, a través de estas asignaturas, los conocimientos, habilidades, aptitudes y conductas necesarias para crear sociedades inclusivas y sostenibles. De acuerdo con Irina Bokoya, directora de la UNESCO, “la ciencia es el motor, el combustible y el acelerador del desarrollo sostenible: por lo que la ciencia debe estar presente en la formación de los ciudadanos de todas las sociedades”.

Estas disciplinas no solo se posicionan como una oportunidad para jóvenes, también representa la atracción y retención de mejores talentos que aporten de manera positiva a las empresas que trabajan en el campo de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Para ello, contempla el planteamiento de situaciones de la vida real para ponerlos en práctica, además de conocimientos, modos de pensamiento propios de cada disciplina, incluido también el pensamiento computacional más reciente, obteniendo como resultado el interés de los niños y jóvenes del municipio de Coatzacoalcos sobre las disciplinas STEM, que a su vez permitirán diseñar estrategias de vinculación entre el Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos y las instituciones de nivel básico y medio superior para difundir y promover estas disciplinas. Este hecho se espera que permee en la demanda de jóvenes interesados en estudiar carreras que contemplan estas disciplinas y, de igual forma, para los que no se decidan por continuar en esta área de formación, los dotes de habilidades y competencias necesarias para la resolución de problemas que son necesarias en cualquier profesión en la actualidad.

Los múltiples argumentos aportados en la literatura sobre la necesidad de fortalecer la educación STEM pueden agruparse en cuatro grandes líneas, basadas en la propuesta hecha por Sjøberg (1997): el argumento práctico, el argumento cívico-democrático, el argumento cultural y el argumento económico. En primer lugar, existe un argumento práctico basado en la idea

de que toda persona necesita tener una formación científica, tecnológica y matemática básica, útil para tomar decisiones, comprender los fenómenos naturales y tecnológicos de su entorno, resolver pequeños retos cotidianos, etcétera (Rychen & Salganik, 2003). La efervescencia del movimiento “maker” es un ejemplo, que consiste en personas que construyen sus propios artefactos (programas informáticos y aplicaciones, dispositivos electrónicos domésticos, objetos decorativos, entre otros) a partir de sus habilidades para diseñar soluciones creativas por medio de sus conocimientos STEM. A su vez, muchas de las discusiones y debates sociales existentes en la sociedad están estrechamente ligados a los efectos de la ciencia y la tecnología, y es que, para poder participar en estos procesos democráticos, es necesario que no sólo se esté informado, sino que se comprenda aquello que se critica o defiende.

Por tales motivos, no cabe duda que todo ciudadano necesita una base sólida de conocimientos relacionados con las disciplinas STEM para poder dar respuesta a los problemas de una sociedad contemporánea; de hecho, según Sjøberg (1997), las disciplinas STEM son construcciones humanas que han transformado la vida en aras de una mayor comprensión de la sociedad y la cultura, así como conocer y comprender estas contribuciones. Las ciencias, las matemáticas y las ingenierías son, por lo tanto, parte de la cultura y del patrimonio cultural que influencia a la visión del mundo y a la manera de actuar sobre él, como lo es la literatura, la música o la filosofía. Conocer y comprender los fenómenos que rodean al mundo y los artefactos humanos que son producto de la actividad STEM también enriquece el desarrollo personal y cultural. Finalmente, el principal argumento económico que ha puesto en relieve recientemente a la educación STEM es el hecho de que la fuerza de trabajo que comprende el ámbito STEM tendrá mayor productividad

y, por tanto, se volverá decisiva en el desarrollo económico de los países en las próximas décadas.

Algunos ejemplos de carreras consideradas STEM son:

- Ciencia: Biotecnología, Medicina, Enfermería, Genética, Química o Física entre otras.
- Tecnología: Sistemas Computacionales, Informática, Telecomunicaciones, Robótica, Software, etcétera.
- Ingeniería: Ingeniería Naval, de Obras Públicas, Electrónica, Arquitectura.
- Matemáticas: Matemáticas, Estadística, Economía, Análisis de Sistemas, Física.

Se puede decir que todas estas carreras son las más conocidas por la sociedad, pero lo cierto es que en la actualidad están surgiendo nuevas disciplinas que intentan dar respuesta a las nuevas demandas de las empresas y la sociedad actual. Las nuevas titulaciones STEM están relacionadas con el tratamiento de los datos (big data), la realidad virtual y la realidad aumentada, el internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), la bioinformática, por mencionar algunos ejemplos.

Hoy en día, México se enfrenta a la cuarta revolución industrial, al igual que en el resto del mundo, y diversas investigaciones indican que los países de Latinoamérica aún no se han integrado de forma efectiva a la educación en STEM, y que los jóvenes prefieren las ciencias sociales. Para ello, se observa claramente en la figura 1 cómo en México existe una inclinación más fuerte hacia el estudio de las ciencias sociales que en carreras STEM en el grado de licenciaturas.

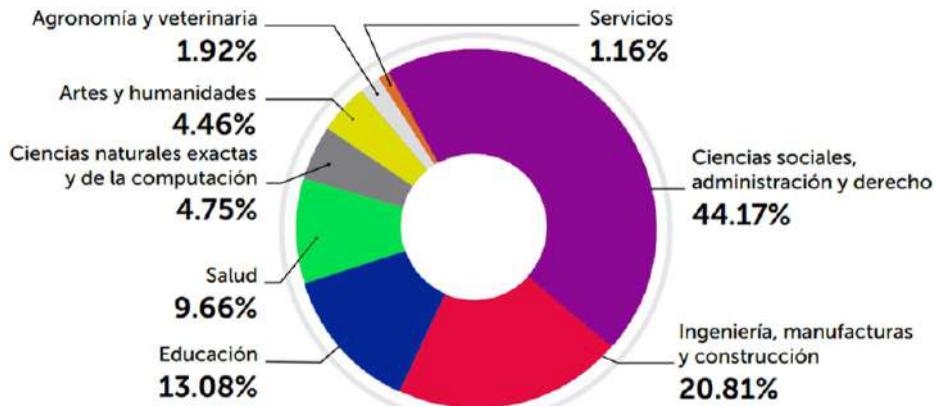
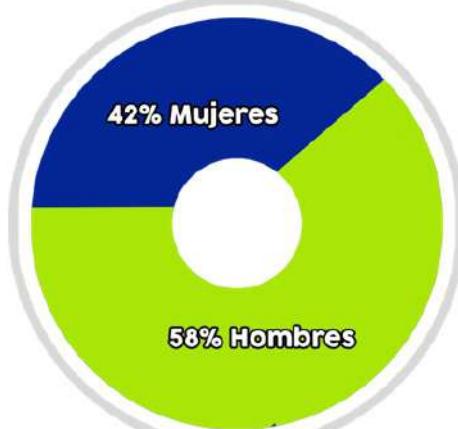


Fig.1. Distribución Porcentual por campo de la Ciencia grado Licenciatura, (2016). Fuente: (CONACYT, 2016).

Fig.2 Porcentaje de Hombres y Mujeres en carreras STEM.



Fuente: ANUIES (2016,2017)

Además, en México se requiere impulsar la elección de carreras en STEM y también la inclusión de más mujeres en estas.

De acuerdo con los anuarios estadísticos de educación superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2016-2017), en las carreras de educación en STEM, el porcentaje de hombres es del 58%, mientras que el de las mujeres es del 42%, lo que

repercute en la brecha salarial entre hombres y mujeres mexicanos, pues, de acuerdo al observatorio laboral de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, “se observa que las ingenierías pagan un 32% más que las carreras en el área de educación; a su vez, las carreras del área físico-matemáticas pagan un 19% más que las del área de ciencias sociales” (Gómez, 2018) Un comunicado del Senado de la República (2017) menciona que, “según el anuario estadístico de la ANIUES, durante la década de 1990, el porcentaje de mujeres estudiando matemáticas incrementó, pasando de 17.3% a 32.9%, en ingenierías de 15.7% a 23.6%, en biología de 20.8% a 49.7%, y en química de 42.6% a 52.3%”.

PARTE EXPERIMENTAL

El instrumento de investigación utilizado en este proyecto es una encuesta, aplicada a una población de 332 alumnos entre 2º, 4º, y 6º semestre del Colegio de Bachilleres del Estado de Veracruz (COBAEV), plantel #68, con dirección en calle Barro Seco #453, Cd Olmeca, Coatzacoalcos, Ver.

Semestre	Cantidad de alumnos encuestados
2do.	127
4to.	108
6to.	97
Total	332 alumnos

Tabla 1. Población detallada.
Fuente: elaboración propia.

Con los resultados obtenidos, se pretende conocer los intereses vocacionales de alumnos próximos a egresar e iniciar una carrera universitaria, y así saber su inclinación por las distintas ramas de la ciencia. Los resultados que se muestran a continuación están basados en una muestra de 97 alumnos que cursan el 6º semestre de preparatoria. En el diseño de esta encuesta se consideraron aspectos demográficos, escolares, de intereses vocaciones y gusto por las disciplinas STEM. Para la aplicación de esta encuesta, se utilizó un formulario de Google para la obtención de datos con los alumnos del COBAEV #68. A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar esta encuesta.

RESULTADOS

Al aplicar la encuesta sobre una muestra de 97 alumnos, se obtuvieron los datos siguientes:

La edad de los encuestados radica entre los 16 y 17 años, con un porcentaje del 70.4%, seguido de adolescentes que ya son mayores de edad con el 29.6%.

Ésta es la edad promedio en la que un joven hará su transición al nivel superior, donde deberá tomar una de las decisiones más importantes en su formación académica y profesional, debido a que la carrera que elijan cursar será la que les dará su principal sustento en la vida diaria.

Fig.3 Porcentaje de edad de los encuestados.

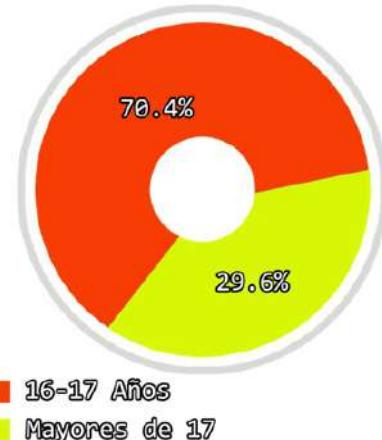
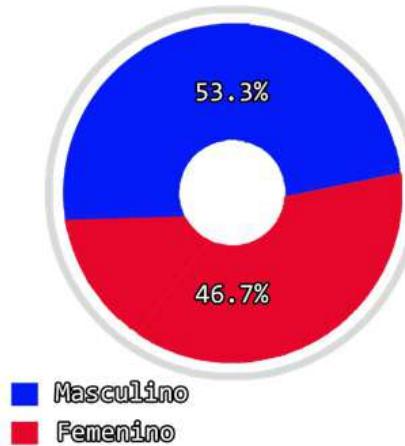


Fig.4 Género de los encuestados.



Una de las principales problemáticas es la poca participación femenina en estas áreas, debido a que se presenta un tabú en cuanto a que la mujer pueda desempeñarse en áreas como ciencia y tecnología. En este grupo de encuestados, se visualiza que la participación de ambos sexos el femenino está en porcentajes similares, predominando, no obstante, el género masculino con el 53.3%.

Con la siguiente pregunta, se pretende conocer la inclinación por las distintas áreas en las que se puede desempeñar un profesionista de acuerdo con sus intereses personales. Los resultados muestran que el 35.1 % de los encuestados eligió la ingeniería como su primera opción, seguido del 28.4% que se inclina por el área de ciencias de la salud.

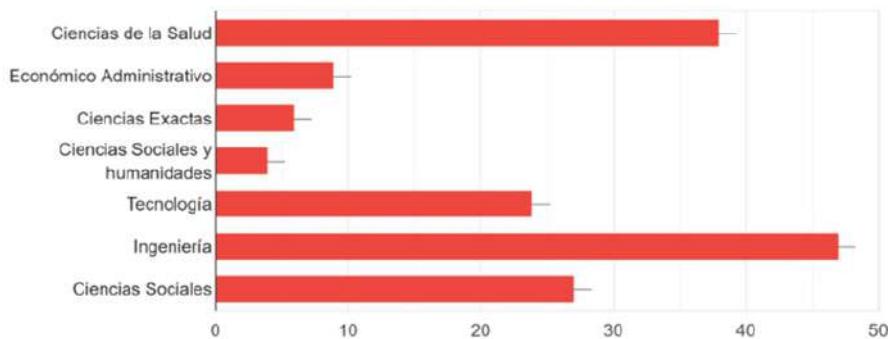
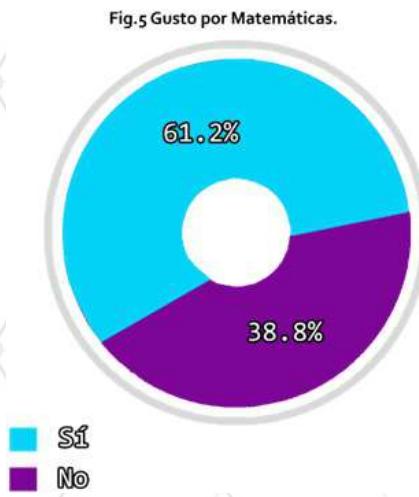


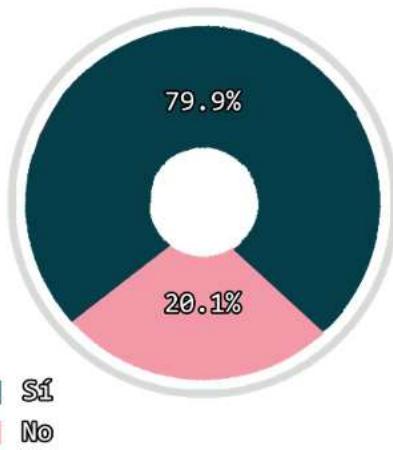
Tabla 2. Inclinación por diferentes áreas del profesionista. Fuente: elaboración propia.

El gusto por desarrollar las matemáticas en el ámbito profesional es complicado por el hecho de que el alumno cree que se le dificultará su aprendizaje, de tal manera que la ruta de escape principal es la inclinación por el área de humanidades, dándole un repunte a carreras como Derecho y Administración, y, de la misma manera, es un problema de deserción debido a que estas elecciones no se realizan por vocación, sino por evitar materias como matemáticas, álgebra, cálculo, etcétera. En la muestra, más del 60% de los alumnos sí tienen gusto por las matemáticas



También, de manera opcional, se cuestionó a la muestra sobre su gusto por aprender la programación de computadoras, y casi el 80% contestó afirmativamente, dando un parámetro favorable para la implementación de los talleres de las diferentes disciplinas STEM.

Fig.6 ¿Quisieras aprender programación de Computadoras?



CONCLUSIONES

Según el censo de la Secretaría de Educación de Veracruz (SEV), en el ciclo escolar 2018-2019 se tiene un total de 12,110 alumnos matriculados en alguna escuela del nivel medio superior en el municipio de Coatzacoalcos; por lo tanto, el Instituto Superior de Coatzacoalcos, quiere tomar la iniciativa de crear un modelo que permita guiar a los alumnos egresados del bachillerato por medio de cursos y talleres y ayudarlos a tomar una decisión más clara y concisa en cuanto a la elección de su profesión.

Nivel educativo	Escuelas	Mujeres	Hombres	Total
Bachillerato	49	6,088	6,022	12,110

Tabla 3. Matrícula del EMS en Coatzacoalcos, Ver. Ciclo 2018-2019.
Fuente: COPLADEV 911.

Con esta iniciativa, el ITESCO se convertiría en uno de los primeros tecnológicos en implementar y fomentar la educación STEM con un plan autosustentable, en el cual, como recurso, se utilizarán tanto a docentes y alumnado cursando la materia de residencias y servicio social, esto para la creación del contenido innovador y los talleres pensados a impartirse en Coatzacoalcos, modelo con vista a aplicarse en los 21 tecnológicos repartidos estratégicamente por todo el estado de Veracruz.

BIBLIOGRAFÍA

- Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. (2019). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Bonet, A.; Meier, C.; Saorín, J.L.; de la Torre, J.; Carbonell, C. (2017). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa. Arte, indiv. soc. 29(1): 89104. [http://revistas.ucm.es/index.php/ARIS/article/view/51886/50182.](http://revistas.ucm.es/index.php/ARIS/article/view/51886/50182)
- Dirección de Educación Tecnológica del Estado de Veracruz» Planteles del Sistema de Educación Tecnológica. (2019). Recuperado de: <http://www.sev.gob.mx/educacion-tecnologica/planteles-del-sistema-de-educacion-tecnologica/>
- EDUCANDO EN MÉXICO – Educando. (2019). Recuperado de: <https://worldfund.org/site/es/mexico/>
- Victor, L. (2019). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. Recuperado de: https://www.um.es/ead/red/58/lopez_et_al.pdf
- Secretaría de Educación. (2019). Recuperado de: <https://www.sev.gob.mx/v1/servicios/anuario-estadistico/consulta/#!#areaInformacion>



Learn-Java: software educativo para el aprendizaje del lenguaje de programación en Java.

Adriana Lizbeth Izquierdo Arévalo
Karla Alejandra Jiménez Martínez
Nora Hilda Reyes Ramírez

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos**



RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el desarrollo del software Learn-Java, diseñado en el Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos utilizando el lenguaje de programación Java con el objetivo de impulsar a los alumnos de Ingeniería en Sistemas Computacionales a aprender a programar en Java y obtener la habilidad de resolver problemas a través del lenguaje de programación, mejorando su desempeño académico en la asignatura de Fundamentos de programación de primer semestre. Dicho software contará con los temas principales que se necesitan para poder iniciar a programar, así como con una serie de ejercicios que servirán como refuerzo de los temas.

INTRODUCCIÓN

Java es una herramienta de creación y funcionamiento para todo tipo de software, y es que sin Java los usuarios no podrían ver el contenido de las páginas y los sitios web. Java se utiliza en las asignaturas de Fundamentos de programación, Tópicos avanzados de programación, Programación orientada a objetos, entre otras. En la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, el egresado deberá ser capaz de diseñar, implementar y administrar infraestructura computacional para aportar soluciones innovadoras en beneficio de la sociedad en un contexto global multidisciplinario y sustentable. Por ello, es importante que los estudiantes de esta carrera sepan programar en Java tanto para el desarrollo de aplicaciones como para desarrollar habilidades para la resolución de problemas, el pensamiento computacional y una mejor capacidad de comprender la tecnología que día a día va evolucionando.

TEORÍA

James Gosling de Sun Microsystems desarrolló el lenguaje de programación Java, que es un lenguaje de programación orientado a objetos, siendo uno de los lenguajes de programación más usados y uno de los mejores pagados; además, es un lenguaje moderno y potente, de alta



Figura 1. Índice de Popularidad de Lenguajes de Programación (enero 2019)

productividad. Actualmente hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionarían a menos que tuvieran Java instalado, y cada día se van creando más. Java se utiliza en el desarrollo de grandes proyectos tecnológicos empresariales para soportar y mejorar la funcionalidad de servidores web como: firefox, explorer, chrome, opera o safari. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta internet, Java se encuentra en todas partes. Y es que la tecnología ha revolucionado en todas las culturas, y el futuro será demandado no solo por los programadores, sino por todos los profesionales que dominen el pensamiento computacional y puedan llevarlo a distintas áreas.

Según el Índice de Popularidad de Lenguajes de Programación (PYPL por sus siglas en inglés) en enero del año 2019 el lenguaje de programación Python era

era utilizado por casi el 25,95% de los programadores web, después de este lenguaje sigue Java con el 21,4%. En la figura 1 se muestra una gráfica de índices basado en las búsquedas en Google de tutoriales de lenguajes de programación.

La enseñanza en la programación es una de las tareas más desempeñadas en los últimos años pues es vital para el desarrollo tecnológico, debido a que la mayoría de las empresas en el campo laboral actualmente dependen de las aplicaciones que son creadas por medio de código para llevar a cabo de manera satisfactoria sus funciones.

En lugares como Japón, el gobierno ha decidido que la programación informática sea una materia obligatoria en la educación primaria a partir de 2020, con el objetivo de paliar la creciente escasez de trabajadores cualificados que afronta el país. Según reporta el diario japonés Nikkei, los escolares aprenderán desde dibujar polígonos con herramientas digitales a hacer que una luz LED parpadee mediante comandos informáticos. Japón se sumará así a otros países como Corea del Sur o Reino Unido, que en los últimos años han introducido contenidos de programación informática entre las materias obligatorias durante los primeros años de escolarización.

Sin embargo, a los interesados en aprender a programar se les dificulta por las múltiples razones, ya que, para empezar, los entornos de programación son diseñados para su uso profesional, por lo que cuentan con una gran cantidad de herramientas y opciones de interfaz gráfica que resultan abrumadoras para aquellos que apenas están iniciando, además de que los conceptos de programación son difíciles de comprender por el alto nivel de abstracción, lo que se refleja cuando los estudiantes no distinguen entre los diferentes tipos de datos. Otro factor es que los lenguajes se actualizan constantemente, dejando algunas sentencias obsoletas y agregando muchas otras. Muchas personas

que inician la programación en Java lo encuentran muy difícil debido a la constante inconveniente de la comprensión y aplicación de conceptos para la resolución de problemas expresados en líneas de código, pues la complejidad de programar radica en diseñar lógicamente un manual de pasos que la computadora pueda seguir para solucionar un problema. También existe el mito de que deben ser muy buenos en matemáticas para poder programar, pero no es así, ya que las matemáticas y la programación tienen una relación un tanto incomprendida, y no se necesita ser un experto en matemáticas, solo nociones lógico-matemáticas concretas para poder escribir programas más específicos que si lo necesiten, pero es más enfocado al programa solicitado que por el hecho de programar en sí. (Sánchez García, Urías Ruiz, & Gutiérrez Herrera, 2015)

Bill Gates (2015) sostuvo: “Aprender a escribir programas expresa tu mente, y ayuda a pensar mejor, crea una manera de pensar sobre cosas que creo es útil en todos los dominios”. Por lo tanto, aprender a programar consiste en plasmar, mediante un lenguaje de programación, la forma de solucionar un problema. Por su parte, Amadeu Arderiu (2016) explica los principales beneficios de aprender programación:

Pensamiento computacional. El pensamiento computacional es la capacidad de comunicar los pensamientos de una manera estructurada y lógica. El tipo de pensamiento que se desarrolla al estudiar programación permite resolver todo tipo de problemas y procesar grandes cantidades de información.

Salario: Las personas que crean códigos o desarrollan software podrían desempeñar trabajos que ofrecen altos salarios.

Flexibilidad del trabajo: La programación permite a una persona realizar su trabajo desde cualquier parte, ya que sólo necesita una computadora portátil e internet.

computadora portátil e internet.

Desarrollo de habilidades de programación: La codificación es una habilidad muy buscada que puede conducir a un trabajo mejor pagado, además e que estimula la creatividad y el pensamiento crítico.

Mejora del conocimiento: Con el fin de solucionar los problemas para crear ideas innovadoras o para conseguir una mejor codificación, los programadores necesitan leer y estudiar mucho.

Mayor capacidad de adaptación: Actualmente la tecnología está cada vez más presente, por lo tanto, los jóvenes necesitan tener una comprensión de cómo funciona la tecnología y cómo lograr que funcione para ellos.

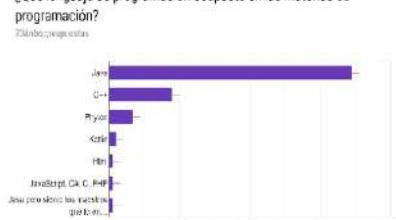
Los desarrolladores de PIXIE afirman que “programar enseña a pensar. La programación es como un segundo lenguaje en la era digital; es una habilidad que permitirá a nuestros hijos convertirse en la nueva generación de innovadores y líderes, y como cualquier lenguaje, la programación puede ser aprendida a edades tempranas con resultados extraordinarios”. PIXIE es una herramienta que está integrada en una plataforma de aprendizaje online que permite a los niños, desde los ocho años, aprender a programar paso a paso en casa y en el colegio, a través de retos y juegos diseñados por educadores.

PIXIE nació bajo la perspectiva de que “los estudiantes que aprendan a programar estarán mejor preparados para la revolución tecnológica, que se extiende por todas las culturas y derriba fronteras. El futuro demandará no solo programadores, sino profesionales que dominen el pensamiento computacional y lo sepan llevar a los campos de la medicina, la biología, el diseño y las artes. Además, la enseñanza de la programación en edades tempranas derriba preconceptos de género y anima a las chicas a pensar

también en la posibilidad de estudiar carreras técnicas”.

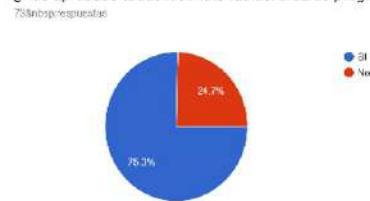
Por tales motivos, se realizó una encuesta dentro del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos, que fue contestada por los alumnos de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, obteniendo como resultado un total de 73 que tienen la finalidad de determinar la viabilidad del software Learn-Java. A continuación, en la figura 2 se muestra cada una de las preguntas de dicha encuesta con su respectiva gráfica para observar los resultados obtenidos.

¿Qué lenguaje de programación ocupaste en las materias de programación?



2.1 Lenguaje de programación

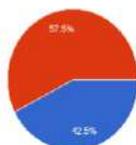
¿Has aprobado todas las materias del área de programación en tu carrera?



2.2 Aprobado de materias de programación

¿Consideras que el material e información disponible es suficiente para solucionar dudas sobre el lenguaje?

73/73 respuestas

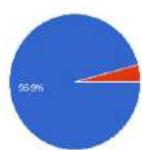


2.4 Información disponible

2.3 Dificultad de las materias de programación

¿Te gustaría contar con un sistema que te proporcionara información sobre Java de una forma sencilla y didáctica?

73/73 respuestas



2.5 Sistema de forma sencilla y didáctica

¿Te sería útil contar con un sistema que proporcione auto evaluaciones sobre tu aprendizaje del lenguaje java?

73 respuestas



2.6 Sistema con auto evaluaciones

Figura 2. Gráficas para determinar la viabilidad de Learn-Java

La figura 2.1 es la gráfica correspondiente a la pregunta ¿qué lenguaje de programación ocupaste en las materias de programación? El lenguaje que más han ocupado es Java, y un segundo lenguaje más ocupado es C++. En la figura 2.2, la gráfica corresponde a la pregunta ¿has aprobado todas las materias del área de programación de tu carrera?, a la que el 75.3% contestó que sí, mientras que el 24.7% contestó que no, por lo que se observa que el índice de reprobación es alto.

La figura 2.3 se plantea la pregunta de la escala 1 al 5, donde 1 es muy difícil y 5 muy fácil, ¿cómo fue cursar las materias de programación?; la mayoría contestó que no se le ha hecho ni muy difícil ni muy fácil, siendo esto un nivel intermedio de dificultad. La figura 2.4 se presenta la pregunta ¿consideras que el material e información disponible es suficiente para solucionar dudas sobre el lenguaje?, a la que el 57.5% respondió que la información no es suficiente para aclarar las dudas, mientras que el 42.5% contestó que sí es suficiente, lo cual plantea un área de oportunidad para el desarrollo de material didáctico a través del uso de las tecnologías de información.

La figura 2.5 corresponde a la pregunta ¿te gustaría contar con un sistema que te proporcionará información sobre Java de una forma sencilla y didáctica?, obteniendo que el 95.9 % contestó que sí le gustaría un sistema sencillo y didáctico. Por último, la figura 2.6 es la pregunta ¿te sería útil contar con un sistema que proporcione auto evaluaciones sobre tu aprendizaje del lenguaje Java?, y el resultado fue que al 94.5% sí le sería útil tener un sistema con auto evaluaciones.

Por lo anterior, el software Learn-Java, que va dirigido a los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales, busca impulsarlos a que se interesen por aprender programación en Java; es un software que contiene los temas principales que se necesitan para poder iniciar a programar, divididos por

unidades, ejercicios prácticos en los que podrán realizar sus primeras líneas de código y ejercicios didácticos, y donde encontrarán actividades para completar código, crucigramas y cuestionarios de opción múltiple para repasar los temas ya vistos, lo cual les permitirá conocer cuáles son los conocimientos que necesitan reforzar. Con Learn-Java, se pretende obtener la mayor participación de jóvenes para formar estudiantes capaces de resolver los diferentes problemas y que posean un pensamiento computacional totalmente desarrollado, para que sean capaces de comprender mejor la tecnología que actualmente se les proporciona y puedan darle un mejor uso.

DESARROLLO DEL SOFTWARE LEARN-JAVA

Para el desarrollo del software Learn-Java se utilizó la metodología XP (programación extrema), que es el enfoque más utilizado del desarrollo de software ágil; Kent Beck escribió el trabajo fundamental sobre la materia. La programación extrema usa un enfoque orientado a objetos como paradigma preferido de desarrollo, y esta metodología consta de cuatro actividades que sirven de guía para el desarrollo del software.

La primera etapa es la de planeación, que también es llamada juego de planeación, la cual consiste en recabar la información para describir la salida necesaria, las características principales y la funcionalidad del software que se requiere. En esta etapa se realizó la investigación para la información, que contendrá cada uno de los temas que se incluirán organizados por unidades,

así como para cada una de las secciones que contendrá el software.

La segunda etapa es la de diseño, que sigue rigurosamente el principio de 'manténlo sencillo', el diseño guía y la implementación de una historia. La programación extrema usa las tarjetas CRC (clase-responsabilidad-colaborador) para identificar y organizar las clases orientadas a objetos que son relevantes para el incremento actual del software; por lo tanto, en esta etapa se realizó el diseño de interfaz del software, una interfaz sencilla y fácil de usar para el usuario.

La tercera etapa es la de codificación, que trata sobre desarrollar una serie de pruebas unitarias para la retroalimentación instantánea para los desarrolladores, esto ayuda para asegurarse que se siguen los estándares de codificación o que el código brindará lo necesario para la prueba unitaria, desarrollada con el fin de validar el código. En la etapa de codificación, se crearon las líneas de código para cada una de las funciones del software, funciones en las que se contemplan los botones y las ventanas que se crearon en la etapa anterior.

Por último, la etapa final es la de pruebas, que va de la mano con la de codificación, ya que se crearon las pruebas unitarias antes de crear el código. Las pruebas unitarias deben implementarse con el uso de una estructura que permita ejecutarse en repetidas veces y con facilidad, por lo que L

las pruebas unitarias individuales, las pruebas de integración y validación del sistema pueden efectuarse a diario, esto da una indicación continua del avance y también lanza señales de alerta si las cosas marchan mal. En esta última etapa se realizaron todas las pruebas necesarias cada cierto periodo de tiempo para asegurarse que cada ventana, cada botón y todas las funcionalidades del software funcionarán con éxito.

RESULTADOS

A continuación, se mostrarán las pantallas en funcionamiento del software Learn-Java:



3.1 Inicio de sesión



3.2 Registro de usuario

Figura 3. Pantallas principales

La figura 3.1 es la pantalla de inicio de sesión, donde el usuario ingresa el correo y contraseña con la cual se registró; en caso de aún no estar registrado, el usuario puede ingresar al registro dando clic en el botón **regístrate aquí**, mientras que la figura 3.2 es la pantalla de registro de usuario; para poder registrarse, el usuario debe escribir su nombre completo, la escuela donde se encuentra inscrito, el correo electrónico y la contraseña.



4.1 Temario



4.2 Tema Variables

Figura 4. Temas

La figura 4.1 es el temario, el cual muestra las unidades, y en la figura 4.2 se muestra como ejemplo la información del tema de variables, acompañado de una breve explicación.



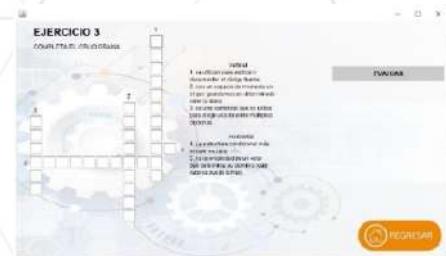
5.1 Ejercicio Hola mundo



5.2 Ejercicio de a completar



5.3 Preguntas opción múltiple



5.4 Crucigrama

Figura 5. Ejercicios didácticos y prácticos

En la figura 5 se muestran los diversos tipos de ejercicios con los que cuenta el software Learn-Java, los cuales permiten al estudiante reforzar su aprendizaje con actividades como problemas que se le plantean con líneas de código, completar código, preguntas de opción múltiple y crucigramas, con lo que se verificará que el alumno haya obtenido los conocimientos relativos a Java.

El software Learn-Java es una propuesta en desarrollo que se probará en el periodo agosto-diciembre 2019, en los tres grupos de primer semestre de la

carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos con una matrícula de 101 estudiantes.

CONCLUSIONES

La conclusiones de este proyecto permitirán abordar la problemática de la falta de rendimiento de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos de primer año que cursan la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, y en particular los que cursan la asignatura de Fundamentos de Programación, evitando el abandono temprano de las carreras como consecuencia de las dificultades cognitivas o falta de información experimentadas con el aprendizaje de la programación de computadoras. Se espera difundir el uso de tecnología en la comunidad educativa de las ingenierías como un modo de abordar la masividad, la falta de conocimientos básicos de los estudiantes y facilitar la inserción de la educación mediada por las tecnologías de la información y comunicación. Las primeras pruebas de este software se realizarán en el periodo agosto-diciembre de 2019 con los grupos de nuevo ingreso, con la participación de un total de 101 alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arderiu, A. (2016). Sirvelia. Obtenido de Sirvelia: <https://sirvelia.com/6-beneficios-aprender-programar/>
- Cinco días. (2016). Obtenido de Cinco días: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/02/11/tecnologia/1455182591_761653.asp.html
- Edu4Java. (s.f.). Obtenido de Edu4Java: <http://www.edu4java.com/es/java/por-que-aprender-java.html>
- Fuentes Rosado, J. I., & Moo-Medina, M. (2017). Dificultades de aprender a programar. *Educación en Ingeniería*, 76-82.
- JAVA. (s.f.). Obtenido de JAVA: https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml
- Machado, M. (2019). VIX. Obtenido de VIX: <https://www.vix.com/es/mundo/215269/la-programacion-informatica-sera-materia-obligatoria-en-japon-y-comprueba-que-viven-en-el-2058>
- Moreno, G. (2019). Statista. Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/grafico/16580/lenguajes-de-programacion-mas-usados-del-mundo/>
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software- Un enfoque práctico* (Séptima Edición ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Sánchez García, J. E., Urías Ruiz, M., & Gutiérrez Herrera, B. E. (2015). Análisis de los problemas de aprendizaje de la programación orientada a objetos. Ra Ximhai, 289-304.
- Sarmiento, M. (22 de Septiembre de 2015). Marcossarmiento. Obtenido de Marcossarmiento: <http://www.marcossarmiento.com/2015/09/22/todo-el-mundo-deberia-saber-programar/>
- TECNM. (2019). Obtenido de TECNM: https://www.tecnm.mx/licenciatura_2009_2010/ingenieria-en-sistemas-computacionales

PROTOTIPO PARA EL MANEJO DE TECNOLOGÍA EN CENTROS EDUCATIVOS PARA LA GESTIÓN Y DIVULGACIÓN DE APLICACIONES AMBIENTALES IOT

GESTIÓN Y DIVULGACIÓN DE APLICACIONES AMBIENTALES IOT

Ali Pérez Gómez
Karla Alejandra Jiménez Martínez
Adriana Carolina Sánchez Cahuich

**Instituto Tecnológico Superior de
Coatzacoalcos**



RESUMEN

La gestión de las diferentes aplicaciones ambientales en la actualidad es variada, pero la gran mayoría requieren de un monitoreo constante para su observación y desarrollo de estrategias que sensibilicen la necesidad de reflexionar y repensar el correcto uso de las tecnologías en el ámbito ambiental, así como asociarlas en las instituciones educativas en particular creando un conocimiento de sociedad en red.¹

Se planteó la metodología DMAIC utilizando las TIC para crear pequeños esquemas bajo el concepto de sociedad del conocimiento, haciendo más interactivos los medios tecnológicos como parte de una instrucción o educación universal hacia la humanización de las sociedades actuales.

Así, este prototipo pretende un cambio de paradigma educativo y abre un diálogo que estimula las nuevas oportunidades que las herramientas de la información y el conocimiento nos brindan creando nuevas experiencias y situaciones, tanto en la vida social, como en la personal y educativa.²

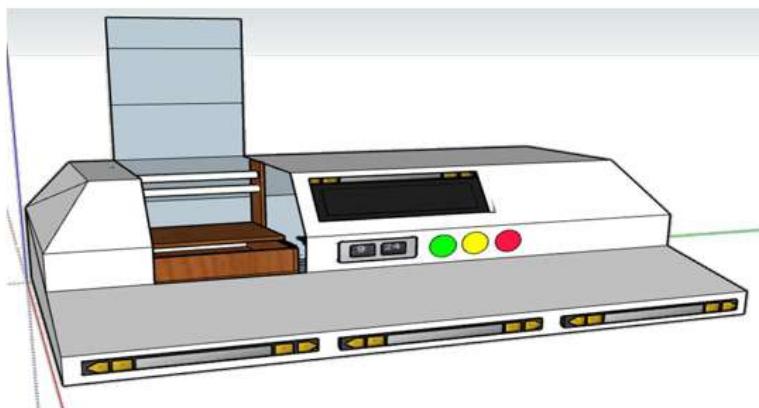


Figura 1. Prototipo de Interfaz IHC incorporando Tecnologías IoT bajo un proceso DMAIC.
Fuente: Diseño Propi

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el ser humano se enfrenta a diversos retos para la sustentabilidad del medio que lo rodea, producto de la destrucción que a sí mismo se ha causado. El modelo de desarrollo económico actual ha traído como consecuencia una serie de problemas ambientales, como la pérdida de suelos, de recursos hídricos, contaminación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, contaminación visual, cambio climático, deforestación y pérdida de la biodiversidad, problemas que han afectado gravemente a los ecosistemas del planeta. (Rodríguez y Hernández, 2012).

El descubrimiento y la actualización diaria de las herramientas tecnológicas que se han creado ha dotado al mundo de grandes beneficios para la facilitación de tareas. La tecnología se ha instalado en nuestras vidas, y es algo que todos, de una forma u otra, hemos ido asumiendo, cada uno en función a sus necesidades. Por lo tanto, el manejo de la tecnología para los profesionales de distintos ámbitos del conocimiento, hombres y mujeres que se preocupan por un correcto uso de las tecnologías, dentro y fuera del sistema de educación superior, de edades muy diferentes, desde alumnos recién egresados hasta profesores eméritos universitarios. Independientemente de todas estas variables, las tecnologías forman parte de sus vidas, ya sea para aprender o para enseñar, desde lo presencial o en la distancia.

Es por esto que ahora es el momento ideal de hacer uso de la tecnología y pensar cómo se puede mejorar a nivel macro nuestro entorno, promoviendo involucrar a la sociedad en general, desde los más pequeños hasta personas adultas, quienes deben ser los más responsables en promover la sustentabilidad del medio ambiente, facilitando todo con ayuda de las TIC con las que ahora se cuenta, buscando el bienestar de la población y la sostenibilidad del medio ambiente, lo que en automático llevará a que, si se logra esta fusión de tecnología con apoyo del medio, se puede lograr el

concepto de ciudades inteligentes, que es uno de los objetivos que se tienen en distintas partes del mundo.

Es este ámbito radica precisamente la importancia de la colaboración de la sociedad en general, pero como es casi imposible cambiar el chip mental de un adulto, lo ideal es comenzar con los más pequeños e inmiscuirlos en la educación ambiental para el bienestar de la población.

De acuerdo con Navarro y Garrido (2006), los educandos deben vivir experiencias significativas, mitigando en forma grupal o individual problemas ambientales de su escuela o comunidad, porque la educación ambiental requiere un cambio en las conductas y valores de la población con respecto del medio que los rodea. De esta manera, se entiende que propiciar el conocimiento y la educación ambiental desde una edad temprana provoca que los infantes tomen conciencia sobre la importancia de la sustentabilidad del medio ambiente. Además, así como en las industrias se toman en cuenta las condiciones laborales, también es de vital importancia que no solo se fomente la educación ambiental, sino que se apliquen con el fin de que tanto los estudiantes como los docentes puedan ver el cambio que se genera cuando se cambia su entorno por uno mejor. La calidad interna del aire, ventilación y confort térmico, iluminación, acústica y el tamaño de las aulas son algunos de los atributos espaciales que pueden incidir sobre el rendimiento de alumnos y profesores, tal como apunta Mark Schneider, del Centro Nacional de Estadísticas Educativas estadounidense. Su trabajo de investigación *¿Afectan los espacios educativos a los resultados académicos?* concluye que "son necesarios aire limpio, buena iluminación y un ambiente de aprendizaje tranquilo, cómodo y seguro".

Por otro lado, la participación de jóvenes en aspectos ambientales, desde

desde hace un tiempo ha sido un tema muy tocado, y existen hoy en día varios proyectos que se han elaborado en distintas instituciones por iniciativa de los mismos estudiantes, que tienen perspectivas diferentes con respecto a estos temas, pues son las generaciones que han visto la evolución tecnológica y las maravillas y desastres que a su vez la misma ha traído consigo, lo cual los ha hecho más conscientes.

Tilbury (1995, citado en Rodríguez y Hernández, 2012) menciona que una educación ambiental orientada hacia la acción debe involucrar a los estudiantes en el tratamiento de problemas reales y concretos, sin conformarse con la mera discusión de posibles soluciones. Además, de acuerdo con A. Rivarosa, F. J. Perales (2006), enfrentarse a reconocer situaciones de conflicto socio-natural en los espacios cotidianos promueve un compromiso de experimentación con el propio lugar, permite pensar de modo estratégico y proyectar alternativas de resolución respecto de situaciones que actualmente no tienen solución.

METODOLOGÍA

La metodología Six Sigma, desarrollada por Motorola y popularizada por General Electric), que está formada por un conjunto de herramientas de análisis estadístico para medir y mejorar el desempeño de la organización a partir de la identificación y eliminación de las fuentes de variación en los procesos, se encuentran entre las metodologías más utilizadas en los negocios hoy en día (Federico Tovar, 2010).

Esta metodología está enfocada en su aplicación para el sector productivo e industrial, sin embargo, debido a la eficacia que proporciona, se ha puesto en marcha a través de la aplicación de la metodología DMAIC, que consta de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, las cuales se aplicaron a la presente investigación con la finalidad de estandarizar un sistema que se mantenga constante para la regularización de las medidas correctivas y preventivas aplicadas con base en los datos obtenidos.

La optimización de los procesos relacionados con el medio ambiente (que en la práctica todos los procesos, en mayor o menor medida, tienen alguna relación), se conoce como eficiencia ambiental o ecoeficiencia, y podemos definirla de manera formal como una estrategia empresarial orientada hacia los procesos productivos, los productos y servicios, la cual fortalece la competitividad empresarial mediante innovaciones tecnológicas, reducción de costos y disminución de riesgos en aspectos de seguridad, salud humana y medio ambiente. A diferencia del enfoque tradicional de control 'al final del tubo', la esencia de la ecoeficiencia es el carácter preventivo de sus proyectos a partir del uso eficiente de energía, agua e insumos, así como el mejor aprovechamiento de los residuos (Van Hoof, Monroy y Saer, 2008).

INDICADORES KPI

Para llevar a cabo la investigación con base en la metodología DMAIC, se hizo un análisis de las condiciones ambientales de la región de Coatzacoalcos para así poder llegar a la conclusión de cuáles serían los indicadores por estudiar.

Se obtuvieron muchos datos, pero se decidió estudiar los que se consideraron más alarmantes, haciendo la comparativa entre lo estándar y los que se presentan en el municipio. De esta manera, los indicadores seleccionados para su estudio fueron temperatura, generación de residuos y el cuidado del agua.

Para el caso de la temperatura, de acuerdo con los datos del Sistema de información municipal (2016), el clima de la ciudad es cálido húmedo, con abundantes lluvias en verano, con temperaturas anuales máximas hasta de 40° C a la sombra y mínimas hasta de 16° C (Clima, orografía y población/municipio de Coatzacoalcos, 2019). Entonces, se analizó que para el verano podría haber días muy calurosos, que podrían cambiar a ser días con aire y lluvia, dejando con ello variaciones de temperatura un poco extremas que, haciendo encuestas, afectan a la población con enfermedades respiratorias comunes.

Además, se analizaron otros datos en materia ambiental proporcionados por el INEGI a través de Sistema de Información Municipal (2016). En la tabla 1 se muestra el resumen de datos del municipio para este rubro.

ACCIONES EN MATERIA AMBIENTAL 2011	
Indicador	Valor
Volumen de residuos sólidos urbanos recolectados (Miles de toneladas)	167.9
Vehículos de motor recolectores	39
Superficie de los rellenos sanitarios (Hectáreas)	0.0
Capacidad disponible de los rellenos sanitarios (Metros cúbicos)	0.0
Planta de tratamiento de aguas residuales	35
Capacidad instalada (litros/segundo)	3,038.4
Volumen tratado (Millones de metros cúbicos)	33.4

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico y Geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave.

Tabla 1. Datos alarmantes encontrados para su posterior estudio.
Fuente: Sistema De Información Municipal, 2016.

Como se observa en la tabla, el volumen de residuos sólidos urbanos en promedio anual es demasiado alto, tomando en cuenta que son miles de toneladas; sin embargo, esto no es lo peor, debido a que más abajo se observa que en la ciudad no existen rellenos sanitarios que eviten los problemas que tanto los líquidos como los gases que se producen por la descomposición de la basura pueden provocar al ambiente (Geosai, 2017), lo cual es motivo suficiente para tomar acciones que impliquen un cambio en cuanto a la generación y el uso posterior con los residuos.

Por otro lado, Coatzacoalcos es una de las ciudades con consumo de agua más altos del sureste del país. La Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Coatzacoalcos, Veracruz, en un análisis del problema de abastecimiento regional y local de agua, identificó un considerable incremento en los índices de la demanda; a fines del año 90, el crecimiento de la demanda estaba predicho en un 500%, sin embargo, en la realidad se registró uno del 730%. Finalmente, durante los últimos 5 años la tasa de consumo creció en un 860%. (Hernández Bozada, 2005).

Debido a los datos anteriores, se tomó la iniciativa de analizar los indicadores que afectan al medio ambiente en la ciudad de Coatzacoalcos, para poder hacer propuestas de mejora con ayuda de la tecnología IoT y la habilidad de su manejo por parte de los jóvenes estudiantes. A continuación, se muestran los procesos establecidos que se llevaron a cabo con base en la metodología DMAIC para los indicadores.

TEMPERATURA

El real decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben cumplir los lugares de trabajo, recoge que la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios (como las escuelas) estará comprendida entre 17°C y 27°C.

El control de la temperatura a nivel global es un problema que preocupa a la sociedad en general. A diario se presentan noticias acerca de lo que sucede con el calentamiento global, el derretimiento de los polos, y cómo éstos afectan a los ecosistemas. De la misma manera, aunque parezca no afectar, se ha analizado en las organizaciones o instituciones (como en este caso los centros educativos) que en rendimiento este factor influye de manera negativa.

Basados en el decreto anterior, para este caso se colocaron sensores de temperatura en las distintas aulas escolares de primero a sexto grado y en los espacios donde los niños conviven cuando salen al recreo, los cuales emitían una alarma cada que el sensor detectaba que la temperatura estaba por debajo de los 17°C o, si se encontraba por encima de los 27°C, dichos sensores enviaban información en tiempo real por medio de tecnología IoT a dispositivos conectados en la institución de educación superior, donde un grupo de jóvenes se encontraba analizando los resultados de los sensores.

El análisis constante de dichos sensores de temperatura les permitió analizar las variaciones de temperatura a las que se exponen los infantes a diario, sobre todo cuando salían al recreo y entraban de nuevo a sus aulas climatizadas.

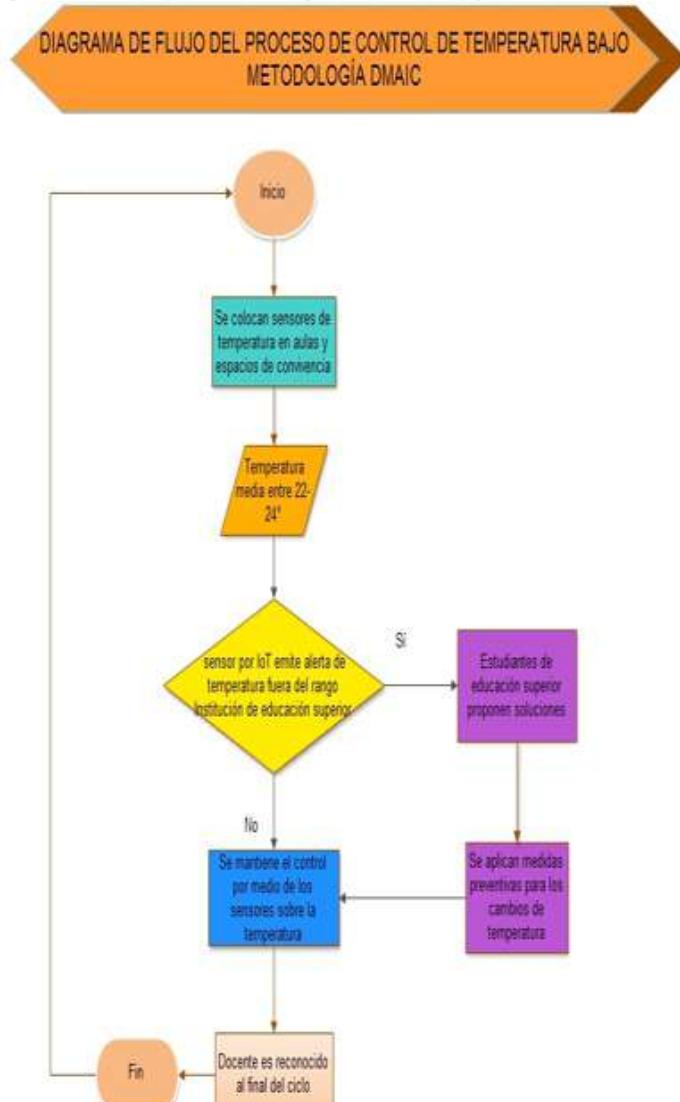
La transición de un ambiente caluroso a otro gélido o a la inversa, como la que experimenta el cuerpo al pasar del aire acondicionado de un vehículo, centro comercial, casa o gimnasio, y exponerse a la temperatura de la calle o el aire libre en la época estival puede afectar a los músculos. (Practica español,

2019), sin contar las enfermedades respiratorias comunes, que incluso se presentan con el cambio climático presente a diario y que se hacen más propensas si se propician dichos cambios, como en el caso de la escuela. Por ello, desde el Consejo General de Colegios de Fisioterapeutas de España, se recomienda evitar los cambios bruscos de temperatura para prevenir lesiones y dolores. De acuerdo con lo anterior, se propusieron las siguientes mejoras para este problema:

- a) Canalizar a los niños a un área de relajación por lo menos 10 minutos antes de entrar a un aula climatizada después de haber estado expuestos al calor, con el fin de templar su cuerpo.
- b) Apagar los aires acondicionados, cuando los infantes regresen de áreas calurosas hasta que la temperatura corporal sea controlada.
- c) Programación de encendido y apagado de aires acondicionados cada 2 o 3 horas para que el ambiente de desarrollo del niño se encuentre en una temperatura media que no afecte su salida y entrada al aula.

En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo correspondiente a la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de control y monitoreo del indicador de temperatura.

1. Diagrama de flujo del proceso de monitoreo para el control de temperatura. Fuente: elaboración propia.



Ya hechas las propuestas, se comunicó a los profesores para que mantuvieran una temperatura media de 22°-24° C dentro de sus aulas de clase, las cuales seguirían siendo monitoreadas para que se mantengan en este estándar, y

para que procuren que los niños no se expongan a los cambios de temperaturas bruscos que sean provocados por el medio ambiente o por las entradas y salidas del aula de los alumnos. Esto se verá reflejado en la salud de los niños a lo largo del periodo escolar y le otorgará al docente un reconocimiento por la contribución a la prevención de exposición a cambios de temperatura que pueden afectar la salud de los alumnos.

GENERACIÓN DE RESIDUOS

La importancia del tema de la generación y manejo de los residuos no involucra sólo los efectos ambientales y de salud pública derivados de su generación y manejo. También está implícito, desde otro ángulo, el uso de los recursos naturales. La gestión integral de los residuos, además de procurar reducir su generación y conseguir su adecuada disposición final; también puede dar como resultado colateral la reducción tanto de la extracción de recursos (evitando su agotamiento), como de energía y agua que se utilizan para producirlos, así como la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero. Todo ello se acompaña de importantes beneficios económicos, sociales y ambientales. (Apps1.semarnat.gob.mx, 2016)

La generación de residuos es inevitable, por lo que es indispensable intentar disminuir o mejorar el proceso de la recolección de todo tipo de residuos. Como es de lo más común en una institución educativa, los residuos son mayoritariamente papel, botellas de plástico, envolturas y, en menor medida, residuos orgánicos.

Para este caso, nos enfocamos en dos tipos de residuos, el plástico y el papel; por lo tanto, en cada aula se colocaron dos diferentes contenedores, ambos forrados a manera que parecieran canastas de juego, pero uno con una imagen para ubicar botellas y el otro con una imagen para ubicar todo lo que sea papel. Se forraron de esa manera debido a que dentro de cada bote se colocaron sensores que contabilizaron la cantidad de botellas y la cantidad bolas de papel arrojadas, lo cual funcionaba como un juego de encestar para los niños, y al mismo tiempo dichos sensores, gracias a la tecnología IoT, alertaban a la dirección cada vez que dichos botes estuvieran llenos para que estas tomaran la acción de la recolección y así evitar la acumulación de desechos.

A su vez, los datos de contabilización diaria fueron enviados en tiempo real a los dispositivos vinculados de la institución de educación superior, donde determinados estudiantes crearon un conteo semanal por grupo para enviar la información cada lunes a la primaria, y así la directora pudiera determinar un reconocimiento grupal que motivara a los alumnos a seguir con las buenas prácticas y tomar mayor importancia a la educación ambiental.

Además, la cantidad tanto de papel como de botellas juntada de manera semanal fue recolectada por servicios de reciclaje contratados por los jóvenes de educación superior para que fueran comprados, obteniendo un beneficio económico para ambas instituciones, lo que fue motivo para que siguieran supervisando y fomentando la buena práctica en la institución.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de flujo correspondiente a la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de control del indicador de residuos tóxicos



Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de control del indicador de residuos tóxicos.

Fuente: elaboración propia.

CUIDADO DEL AGUA

La falta de agua potable en el mundo hace que se le considere como el "oro azul" de nuestros tiempos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el planeta cuenta sólo con 3% de agua dulce, apta para el consumo humano, del cual sólo el 1% es accesible, pues 2% se encuentra congelada en glaciares y en las profundidades de los océanos, y el resto, es decir 97%, está compuesto de agua salada, que no es apropiada para las actividades humanas. (Nieto, Nubia. 2011).

En el informe final de la ONU titulado Agua limpia para un mundo sano se indica que la necesidad básica por persona y por día es de 20 a 40 litros de agua libre de contaminantes nocivos y de agentes patógenos, aunque esta cifra aumenta a 50 litros cuando se tiene en cuenta la necesidad de cocinar y asearse. (Organización de Naciones Unidas,2010). Sin embargo, esta cifra varía considerablemente de acuerdo con cada país.

Los datos anteriores conllevan a que se haga conciencia acerca del consumo adecuado del agua, y para este caso, donde la idea principal fue promover que los más pequeños hagan conciencia sobre el cuidado del medio que los rodea, se colocaron sensores con tecnología IoT que midieron primero la cantidad de litros de agua diaria que se consume en la escuela. A partir de los datos diarios que se recibieron en tiempo real, se analizó que la hora en la que aumenta el consumo es durante el receso; además, se sacó un promedio y se verificó el consumo diario analizando que no rebase el límite de acuerdo con la cantidad de alumnos estimada.

De acuerdo con lo analizado, se envió el reporte a la institución educativa para que los docentes tomaran medidas de educación ambiental enfocadas en el cuidado del agua con los alumnos. Gracias a este análisis, se propusieron las siguientes mejoras:

- a) Cambio de llaves de agua manuales por llaves que tienen tiempo establecido a partir del encendido.
- b) Presentación a los niños de los datos alarmantes de su escuela con dibujos para que puedan entenderlo.
- c) Determinar a dos niños diferentes a diario como vigilantes del agua durante el recreo, que reportarán los malos usos de agua de sus compañeros, y que obtuvieran un premio por hacerlo.

De esta manera, la escuela se estuvo monitoreando mes con mes para que se mostraran resultados sobre si las medidas que estaban tomando maestros y alumnos en conjunto estaban funcionando o si se tenían que implementar otras opciones para planes de mejora.

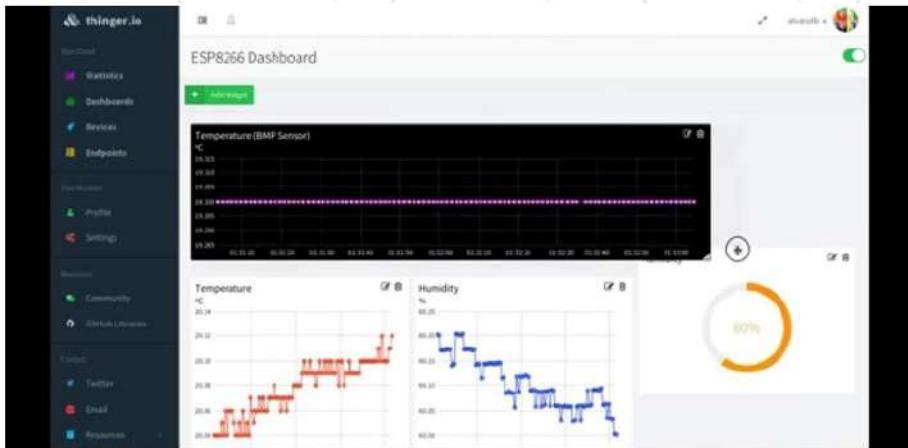


Figura 3. Dashboard utilizado para la gestión usando la plataforma thinger.io.
Fuente: <https://thinger.io/>

En la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo correspondiente a la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de control del indicador de cuidado del agua.



Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de control del indicador de cuidado del agua.
Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Luego de analizar los indicadores aplicados, se observó que se obtuvieron distintos resultados enfocados a cada uno de las situaciones que se presentaron; por ejemplo, en el caso de la temperatura, se observó mayor comodidad en los alumnos al tener un control sobre las temperaturas a las que se encontraban expuestos, lo que impactó en su desempeño.

Para el caso de la generación de residuos, la estrategia de juego creó una mejor concientización en los infantes debido a que, aún sin la supervisión del docente, entre ellos cuidaban que se cumplieran las reglas de una metodología, logrando un aprendizaje significativo. En el caso del agua, aunque no se vieron tan involucrados los alumnos, la implementación de los indicadores monitoreados facilita crear un plan de acción para prevenir y mejorar el problema, a través de las nuevas tecnologías como lo es el machine learning.

En general, aunque pareciera que cada indicador tuvo un resultado diferente, se analizó mediante la metodología Six Sigma que los mejores resultados apuntaron a verificar, mediante la tecnología del IoT, la comprobación de planes de acciones para mantener un control inteligente en cuestiones de cuidado ambiental constante, lo cual permite crear una mayor conciencia y contrarrestar no saber cuál es el impacto y ayuda a identificar la magnitud del volumen de las variables y lo que pueden provocar cuando se trata de los residuos. De esta manera, al mostrar las cifras y la constancia con la que había gran cantidad de residuos, fue motivo para efectuar planes de trabajo para mejorar la situación, y estos a su vez atraídos por las estrategias, generando un impacto social que mejoró parte de la higiene y calidad del medio ambiente de la institución en sus distintos ámbitos, monitoreados a través del IoT y la tecnología educativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Rivarosa, A., & Javier Perales, F. (2006). LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES EN LA ESCUELA Y EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS. Recuperado de <https://rieoei.org/historico/documentos/rie40a05.pdf>
- Navarro, R. y Garrido, S. (2006). "Construyendo el significado del cuidado ambiental: un estudio de caso en educación secundaria", Reice. Revista electrónica iberoamericana sobre calidad eficacia y cambio en educación (España), vol. 4, núm. 1, pp. 52-70. Recuperado de: <http://www.redalyc.uaemex.mx/pdf/551/55140106.pdf>
- Corral Verdugo, Víctor (1998). "Aportes de la psicología ambiental en pro de una conducta ecológica responsable", en Guevara Javier et al. (coord.) Estudios de Psicología ambiental en América Latina, Ciudad de México: UNAM/CONACYT/BUAP, pp. 71-95.
- ÁLVAREZ, P., y RIVAROSA, A. (2000): «Problemas ambientales», en F. J. Perales (coord.): Resolución de problemas, Madrid, Ed. Síntesis
- Ojeda-Barceló,, F., Gutiérrez-Pérez, J., & Perales-Palacios, F. J. (2017, octubre). ¿Qué herramientas proporcionan las Tecnologías de la Información y la Comunicación a la educación ambiental? Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3677>
- Clima, Orografía y Población | Municipio de Coatzacoalcos. (2018). Recuperado de: <https://www.coatzacoalcos.gob.mx/conoce-coatza/datos-generales/>
- Ambientales, G. (2017). Todo lo que necesitas saber sobre el relleno sanitario | Geosai. Recuperado de: <https://www.geosai.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-relleno-sanitario-2/>
- Hernandez Bozada, M. (2005). Diseño de una Estratégia Publicitaria para la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Coatzacoalcos, Ver. Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/hernandez_b_m/capitulo6.pdf
- Espejel Rodríguez, Adelina, & Flores Hernández, Aurelia. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior, Puebla-Tlaxcala, México. Revista mexicana de investigación educativa, 17(55), 1173-1199. Recuperado, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000400008&lng=es&tlng=es.

- (Http://www.consumer.es/), e. (2010). Condiciones ambientales en la escuela | eroski consumer. Recuperado de: <http://www.consumer.es/web/es/educacion/escolar/2010/10/22/196660.php>
- Terrón Amigón, E. (2004). La educación ambiental en la educación básica, un proyecto inconcluso. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), XXXIV (4), 107-164.
- Practica Español. (2019). El cambio de temperatura afecta a la musculatura. Recuperado de: <https://www.practicaespanol.com/el-cambio-de-temperatura-afecta-a-la-musculatura/>
- Apps1.semarnat.gob.mx. (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Recuperado de: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7_Residuos.pdf
- Nieto, Nubia. (2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. Política y cultura, (36), 157-176. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200007&tlang=es&tlng=es.

APRENDIENDO MÉTODOS NUMÉRICOS CON SCRATCH

Juan E. Contreras-Castillo

Yann P. Luis-Martínez

Miguel De J. Morales-Martínez

Salvador Herrera-Velarde

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa,

Reserva Territorial S/N, Col. Santa Bárbara, Xalapa, Ver



RESUMEN

Scratch es un lenguaje de programación visual por bloques que goza de gran popularidad en el ámbito académico formal y en otros escenarios como hogares, bibliotecas, clubes y con gente apasionada de la programación. Comúnmente, Scratch se ha empleado para introducir a la programación a niños y adolescentes, e incluso como primer lenguaje de programación a nivel universitario; recientemente también se ha utilizado para generar tutoriales interactivos didácticos. Sin embargo, a pesar de la gran diversidad de proyectos que utilizan Scratch como herramienta didáctica, no hemos encontrado ejemplos cuya finalidad sea reforzar la comprensión de los aspectos teóricos de la asignatura *Métodos Numéricos*, la cual es común a varias carreras de nivel superior. Existen algunos proyectos en la plataforma de Scratch similares al aquí planteado, pero estos están incompletos o se enfocan solo en dar el resultado, sin una intención didáctica clara. En este trabajo presentamos una propuesta a través de la plataforma Scratch, con la intención de mejorar la asimilación y ejecución de los pasos necesarios para aplicar el método de bisección, el cual se emplea para encontrar las raíces de ecuaciones no lineales. La propuesta se encuentra en la etapa de implementación y consta de cuatro fases: a) una explicación teórica del método numérico en forma de narración digital, b) casos prácticos concretos donde se presenta la solución paso a paso en forma de historia, c) una parte interactiva donde el estudiante pone a prueba su comprensión del método numérico, y finalmente d) la implementación directa y básica del método numérico.

INTRODUCCIÓN

Scratch es una iniciativa del Media Lab del Massachusetts Institute of Technology que surgió, según sus creadores^{1,2}, por el deseo e interés de desarrollar una plataforma que acercara a la programación a todos aquellos que nunca habían tenido contacto con la programación y que no se imaginaban a sí mismos como programadores. Desde su inicio, Scratch fue diseñado para ser fácil y amigable de usar, sin importar la edad o experiencia previa en programación. El objetivo central era establecer un entorno que permitiera a los diferentes usuarios crear historias interactivas, juegos, animaciones, simulaciones, etcétera y que además posibilitara ver el resultado inmediato del 'código escrito', así como poder compartir sus creaciones con otros usuarios. Es inobjetable que los creadores han alcanzado sus objetivos, pues desde el lanzamiento oficial de Scratch en el 2007, su sitio web se ha convertido en el punto de reunión de millones de entusiastas de la programación, quienes comparten libremente sus proyectos, los cuales pueden ser ejecutados, reutilizados, adaptados e incluso descargarse a una computadora personal.

El diseño original de Scratch está inspirado en la ideología de que los lenguajes de programación deben ser fáciles al comenzar (*low floor*) y que brinden oportunidades para proyectos que se vuelvan más complejos (*high ceiling*). Además de lo anterior, Scratch también promueve la implementación de diferentes tipos de proyectos (*wide walls*), de tal forma que personas con diferentes intereses y estilos de aprendizaje puedan sentirse cautivados y atraídos hacia el mundo de la programación.^{1,2}

El concepto de compartir es una característica distintiva de la comunidad Scratch. Un usuario puede ver y ejecutar un proyecto, pero además puede ver el código fuente, esto quiere decir que puede visualizar como está diseñado y construido por dentro, y no solo eso, cualquier usuario puede tomar dicho

proyecto y hacerle cambios de acuerdo a sus intereses. Al explorar la gran cantidad de proyectos disponibles en la página web, los usuarios obtienen inspiración e ideas para nuevos proyectos, al mismo tiempo que aprenden nuevas técnicas de programación; esta es, quizás, una de las mejores formas de aprender a programar o, por qué no, de aprender a implementar un método numérico.

Una y otra vez diferentes autores han hecho notar que enseñar programación no es una tarea fácil³⁻⁵; muchos estudiantes perciben la materia de programación como aburrida y difícil³. A pesar de la experiencia que pueda tener el docente, introducir o fomentar el denominado pensamiento computacional es una empresa ardua y, en muchas ocasiones, con escasos o nulos resultados³. En un intento por aliviar esta problemática, los docentes han comenzado a utilizar Scratch como herramienta didáctica para promover el gusto por la computación y programación en estudiantes universitarios de recién ingreso⁴⁻⁸. A partir de la creación de proyectos con sentido para el estudiante, se espera que estos aprendan los conceptos básicos y además se sientan motivados a seguir aprendiendo programación. Con Scratch, un estudiante puede practicar programación sin abrumarse por la sintaxis; en un proyecto puede emplear ciclos, declaración de variables, estructuras de control, listas, llamados a funciones y muchos otros temas sin importar si el proyecto es de tipo artístico, numérico, científico o recreativo. La usabilidad y gran versatilidad de Scratch son algunas de las principales razones por las que se promueve su uso a nivel superior.

Tomando en cuenta la popularidad de Scratch, su facilidad de uso, su versatilidad, la posibilidad de ejecutar los proyectos en internet y la oportunidad de ver el código fuente, decidimos seleccionar esta plataforma para desarrollar objetos de aprendizaje. Nuestra intención es emplear esta



plataforma como una herramienta didáctica para reforzar temas de la asignatura **Métodos Numéricos**. En este trabajo se presenta la primera versión de nuestra propuesta, la cual consta de cuatro pasos: a) una introducción básica de la teoría subyacente al método en cuestión, b) una presentación práctica en forma de historia digital de cómo se debe realizar el método, c) una presentación interactiva, donde el usuario se ve forzado a seguir paso a paso el desarrollo del método e introducir datos, y finalmente d) una implementación directa y básica del método, donde el usuario puede ejecutar o inspeccionar el código.

El presente trabajo está organizado de la siguiente forma: en la primera sección presentamos brevemente la teoría subyacente a Scratch, así como la teoría básica del método numérico seleccionado; después explicamos de manera muy general el ambiente de trabajo y las prestaciones de scratch. En los resultados, presentamos la implementación en scratch de nuestra propuesta, detallamos en qué consiste cada etapa, discutimos el objetivo y algunos detalles de la implementación. Finalmente, cerramos con las conclusiones del trabajo y perspectivas futuras.

TEORÍA

La propuesta de programación visual basada en bloques-gráficos no es reciente, pero se ha vuelto popular con los años gracias al surgimiento de una nueva generación de lenguajes de programación visual como Scratch, Snap!

y Blockly. Escribir código en este tipo de plataformas se refiere a arrastrar bloques gráficos hacia una cierta área de escritura y unirlos o juntarlos de tal forma que embonen y se vayan formando series de instrucciones. Si dos bloques no pueden embonar o unirse, significa que no representan una forma válida de sintaxis; si los bloques no embonan, la instrucción está mal construida. Cuando hay un error, la misma plataforma previene y evita que estos bloques queden embonados, lo cual es equivalente a prevenir los errores de sintaxis, con lo cual los usuarios se olvidan de los problemas típicos de sintaxis que surgen al compilar o correr un código y se concentran en la práctica, el diseño y lógica de las instrucciones⁹. Estos errores de sintaxis, tan comunes en lenguajes como C, C++, Python, Fortran, entre otros, ha llevado a algunos autores a considerar que un estudiante debe convertirse primero en un experto maestro del lenguaje antes que ser un programador⁴.

La habilidad para programar es crucial para tener éxito en muchas áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Por otro lado, asignaturas como química, biología, física, y varios tipos de ingeniería requieren que el estudiante en algún momento programe o implemente un método numérico para resolver algún problema. Desafortunadamente, el estudiante, y en particular aquel que se enfrenta por primera vez a la programación, la percibe como desafiante y difícil, ya que es una disciplina que requiere abstracción, diseño y precisión¹⁰. Por estas razones, los cursos de programación generalmente tienen una alta tasa de deserción o reprobación¹⁰. Para los estudiantes, aprender a programar implica enfrentarse a un mundo distinto a lo que están acostumbrados, y se ven forzados a adquirir en poco tiempo conocimiento completamente novedoso⁵. Parte de las complicaciones al enseñar programación con un lenguaje basado en texto, es la sintaxis, la escritura y depuración del código, además de que se espera que sepan o

aprendan rápidamente la habilidad de diseñar la solución a un problema y su implementación como un programa en la computadora. Por ello, mucho del uso e interés en Scratch se ha centrado en utilizarlo como un entorno adecuado para que los estudiantes con poca o nula experiencia de programación no se sientan intimidados o frustrados al escribir un código en lenguajes como C, C++, Python, Java, etcétera.³⁻⁶

El uso de scratch en el nivel superior como herramienta didáctica para introducir a la programación a estudiantes sin experiencia o incluso a estudiantes que no son del área de ciencias computacionales se remonta a mediados del 2000.⁴ Con los años, diferentes autores han mostrado las ventajas y desventajas de utilizar lenguajes de programación visual^{10,11}, y muchos de estos estudios se centran en el lenguaje Scratch. Esfuerzos recientes han identificado algunos inconvenientes al usar un lenguaje de programación visual, como, por ejemplo, el mal escalamiento al realizar programas muy grandes cuando se requiere trabajar con expresiones matemáticas o enunciados booleanos complejos. Sin embargo, en general, este tipo de lenguajes tienen excelente aceptación cuando se realizan encuestas con programadores novatos o que recién comienzan a introducirse a la programación.^{10,11}

Una de los aspectos más atractivos de Scratch es la facilidad con la que se puede generar una gran variedad de proyectos, tales como cartas de felicitación, historias animadas, videojuegos, simulaciones científicas e incluso material didáctico interactivo. Estos proyectos pueden o no, compartirse con la comunidad de usuarios. Sin embargo, compartir significa que un proyecto didáctico está disponible para millones de usuarios que lo pueden ejecutar cuantas veces quieran, lo pueden tomar como base para sus propios proyectos y pueden entrar y ver cómo están diseñados y programados. Algo

excepcional de Scratch es que el creador del proyecto puede desarrollarlo completamente en su idioma nativo, y cualquier otro usuario puede visualizarlo en su propio idioma, y es que Scratch automáticamente muestra los bloques en el lenguaje de elección del usuario. Con esto en mente, hemos decidido utilizar Scratch para crear contenido que sirva como apoyo didáctico en tópicos de métodos numéricos; nuestra intención en un futuro cercano es crear un banco de proyectos relacionados con los métodos más representativos de esta asignatura.

Después de una búsqueda en el internet y directamente en la página web de Scratch, nos dimos cuenta que no existen proyectos con las características de la propuesta aquí planteada. Hay algunos relacionados con aspectos o temáticas de métodos numéricos, pero la mayoría de ellos solo presentan el resultado de la aplicación del método sin explicar la teoría y sin explicar cómo se realizan las operaciones; son proyectos de carácter demostrativo más que didáctico.

Por otro lado, existen algunas propuestas de reforzamiento a la enseñanza de los métodos numéricos bastante interesantes, donde se combina contenido digital y teoría. Por ejemplo, está el Laboratorio Virtual de Análisis Numérico desarrollado por Caligaris¹³. Este laboratorio es una colección de aplicaciones e interfaces gráficas creada con el software libre Scilab; ahí los estudiantes o docentes tienen la oportunidad de practicar sus conocimientos de varios de los temas que se abordan en un curso típico de análisis numérico. Por otro lado, una propuesta lúdica bastante interesante es la combinación de videojuegos y aspectos de métodos numéricos¹⁴. En particular, llama la atención el trabajo de Coller y Scott¹⁴, quienes rediseñaron un curso de métodos numéricos para estudiantes de Ingeniería Mecánica con base en un videojuego de carros. El corazón didáctico de esta propuesta es que los estudiantes deben resolver

problemas ingenieriles mediante la apropiada elección e implementación de un algoritmo de métodos numéricos, con la finalidad de obtener la máxima eficacia de desempeño posible del carro simulado.¹⁴

La presente propuesta tiene como objetivo servir como herramienta didáctica interactiva para que los usuarios tengan la oportunidad de reforzar sus conocimientos teóricos, de ver en la práctica cómo se ejecuta 'a mano' un método numérico, de interactuar con la plataforma para encontrar la solución, y además tengan la posibilidad de acceder a la implementación y código del método en cuestión. El tema seleccionado es el método de bisección, un tema presente en todos los cursos de métodos o análisis numérico.

MÉTODO DE BISECCIÓN

El método de bisección es uno de los temas típicos en un curso de métodos numéricos; es uno de los denominados métodos cerrados para encontrar raíces de ecuaciones no lineales. A grosso modo, el método parte de una función igualada a cero y del conocimiento de un intervalo cerrado $[a, b]$ que contiene a la raíz que se está buscando (figura 1). El procedimiento es particionar a la mitad el intervalo, de forma sucesiva, hasta acercarse lo suficiente a la raíz buscada; cada vez que se bisecta el intervalo, surgen dos intervalos nuevos:

$[a, xr]$ y $[xr, b]$, donde $xr = (a+b)/2$, representa el valor actual aproximado de la raíz; en cada paso, se debe actualizar el intervalo y conservar aquel que contenga a la raíz. De manera visual, es fácil identificar qué intervalo contiene

a la raíz. Por ejemplo, en la Figura 1, el intervalo que se debe utilizar para la siguiente iteración es $[b, x_r] = [2.0, 2.5]$; numéricamente, se conserva el intervalo en el que la función experimenta un cambio de signo. Detalles más específicos del método e incluso con pseudocódigo de su implementación se pueden encontrar en libros de texto estándar¹⁵.

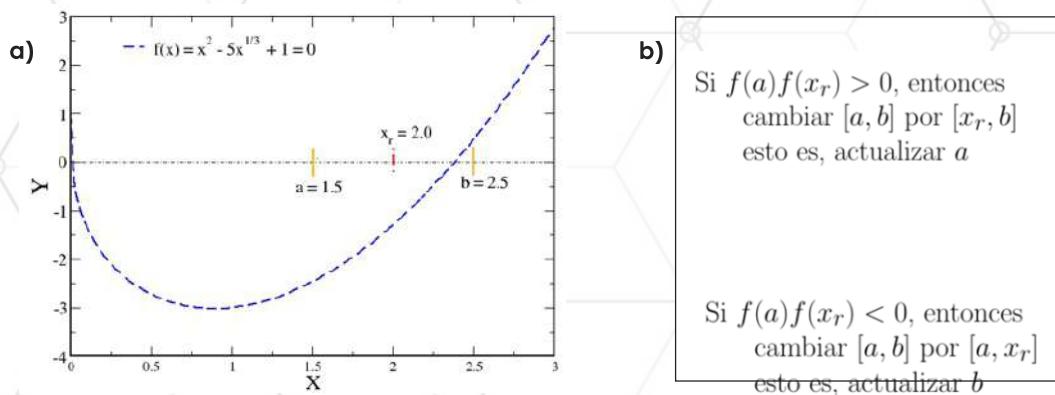


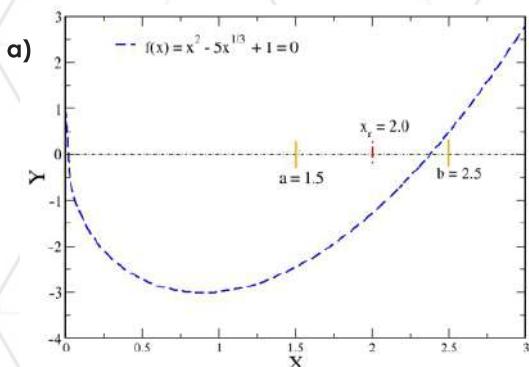
Figura 1. a) Gráfica de una función no lineal. Una raíz se encuentra en el intervalo $[1.5, 2.5]$. El método de bisección divide a la mitad este intervalo, generándose dos nuevos intervalos $[1.5, x_r]$ y $[x_r, 2.5]$. b) Criterio para seleccionar numéricamente el intervalo para la siguiente iteración. Se conserva aquel intervalo donde la función experimente un cambio de signo, en nuestro ejemplo, $[2.0, 2.5]$.

MÉTODO DE BISECCIÓN

El método de bisección es uno de los temas típicos en un curso de métodos numéricos; es uno de los denominados métodos cerrados para encontrar raíces de ecuaciones no lineales. A grosso modo, el método parte de una función igualada a cero y del conocimiento de un intervalo cerrado $[a, b]$ que

contiene a la raíz que se está buscando (figura 1). El procedimiento es particionar a la mitad el intervalo, de forma sucesiva, hasta acercarse lo suficiente a la raíz buscada; cada vez que se bisecta el intervalo, surgen dos intervalos nuevos:

[$a, xr]$ y [$xr, b]$, donde $xr = (a+b)/2$, representa el valor actual aproximado de la raíz; en cada paso, se debe actualizar el intervalo y conservar aquel que contenga a la raíz. De manera visual, es fácil identificar qué intervalo contiene a la raíz. Por ejemplo, en la Figura 1, el intervalo que se debe utilizar para la siguiente iteración es $[b, xr] = [2.0, 2.5]$; numéricamente, se conserva el intervalo en el que la función experimenta un cambio de signo. Detalles más específicos del método e incluso con pseudocódigo de su implementación se pueden encontrar en libros de texto estándar¹⁵.



b) Si $f(a)f(x_r) > 0$, entonces cambiar $[a, b]$ por $[x_r, b]$
esto es, actualizar a

Si $f(a)f(x_r) < 0$, entonces
cambiar $[a, b]$ por $[a, x_r]$
esto es, actualizar b

Figura 1. a) Gráfica de una función no lineal. Una raíz se encuentra en el intervalo [1.5, 2.5]. El método de bisección divide a la mitad este intervalo, generándose dos nuevos intervalos [1.5, x_r] y [x_r , 2.5]. b) Criterio para seleccionar numéricamente el intervalo para la siguiente iteración. Se conserva aquel intervalo donde la función experimente un cambio de signo, en nuestro ejemplo, [2.0, 2.5].

METODOLOGÍA

El presente trabajo propone implementar en Scratch un proyecto de carácter didáctico interactivo para reforzar el tema del método de biseción. Para esto, básicamente se requiere:

1. Material teórico del método numérico de interés
2. Una computadora
3. Una cuenta de Scratch en línea o bien descargar la versión para escritorio
4. Estar familiarizado con el entorno de programación visual y en particular con Scratch.
5. El público meta son aquellos estudiantes que tengan su primer acercamiento con la programación y los métodos numéricos.

Para nuestra propuesta, utilizaremos la versión más reciente de Scratch 3.0. La interface de Scratch (figura 2) ofrece al inicio tres áreas de trabajo: un área a la izquierda, donde se encuentran separados por colores y temáticas los diferentes bloques gráficos; un área central donde se escribe el código, aquí se arrastran los bloques y, si la instrucción es correcta, los bloques embonan para ir formando instrucciones. A la derecha se tiene el área donde se ejecuta el código, en esta área se visualiza de manera inmediata lo que programamos en el área central.



Figura 2.
Interface de trabajo
de Scratch 3.0

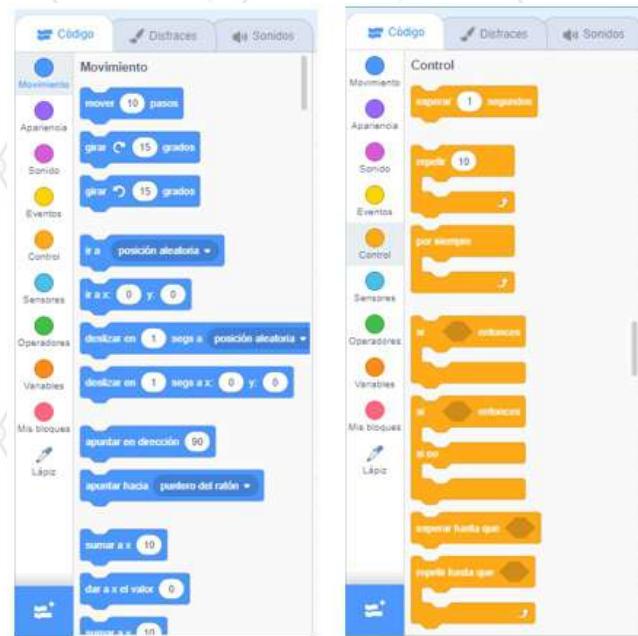


Figura 3.
Área de bloques y ejemplos
de bloque de la categoría control

El área de bloques ofrece nueve categorías diferentes: movimiento, apariencia, sonido, eventos, control, sensores, operadores, variables y mis bloques; estas categorías se diferencian tanto por el nombre como por el color de los bloques que las conforman (figura 3). Programar un 'sprite', esto quiere decir un diseño o figura, es tan simple como ir seleccionando los bloques y arrastrarlos al área central de trabajo. Al acercar los bloques, la plataforma automáticamente los emborna, siempre y cuando representen una instrucción sintácticamente válida. En la figura 3 se muestran ejemplos de una categoría y algunos de sus bloques.

Aunque para muchos docentes y estudiantes, Scratch presenta una imagen dirigida principalmente a la población infantil, en realidad tiene todas las características de un lenguaje funcional como C o Fortran. En la figura 4 (ubicada a la derecha) se muestran algunas de las principales características

y bloques de Scratch que permiten utilizarlo como un lenguaje de programación, en nuestro caso con fines de cómputo numérico. Dentro de estos bloques destacan: uso de variables, expresiones booleanas, ciclos, estructuras de control if-else, funciones matemáticas predefinidas (logaritmos, exponenciales, raíces cuadradas, etcétera), llamado a funciones, uso de arreglos o listas, así como la posibilidad de programación concurrente.



RESULTADOS

Scratch es ampliamente conocido por ser una plataforma que permite introducir de forma lúdica a niños, adolescentes y jóvenes universitarios al mundo de la programación; sin embargo, también es ampliamente utilizado como instrumento didáctico. Además, con Scratch se pueden crear animaciones, simulaciones científicas y material didáctico interactivo. Como herramienta didáctica, se ha utilizado, por ejemplo, para explicar la importancia de la seguridad y la criptografía a través de cuatro cífrados clásicos de la historia¹⁶. También se utilizó para explicar algunos de los

principales y más antiguos sistemas de numeración que han existido: babilónico, maya, griego, romano y egipcio¹⁷. A nivel primaria y secundaria se ha empleado en el modelamiento y enseñanza de conceptos de física. ¹⁸

Nuestro principal objetivo es crear un banco de proyectos que sirvan como herramienta didáctica para reforzar los conocimientos adquiridos en el aula de clase. El primer proyecto se enfoca en el denominado método de bisección, el cual consta de cuatro subproyectos: a) aspectos teóricos básicos del método numérico, b) ejemplo demostrativo de la ejecución del método, c) ejemplo interactivo del método de bisección, y finalmente d) la implementación directa del método numérico.

ASPECTOS TEÓRICOS

En esta etapa, el objetivo es presentar al estudiante los aspectos teóricos básicos del método de bisección en forma de narración digital (figura 5). En general, se implementan las siguientes fases: a) se explica qué es una ecuación no lineal, b) la importancia y aplicación de la obtención de raíces, c) ilustración gráfica de las raíces de una ecuación no lineal, d) explicación del método de bisección, e) criterio numérico para actualizar el intervalo.



Figura 5. a) Pantalla de bienvenida y b) Ilustración gráfica de las raíces de una ecuación no lineal.

EJEMPLO PRÁCTICO

En esta etapa, el estudiante tiene la oportunidad de ejecutar un proyecto de Scratch, donde se explica paso a paso cómo se calcula la raíz de una ecuación no lineal mediante el método iterativo de bisección (figura 6). Aquí, el estudiante no tiene la opción de escoger la función o el intervalo de partida, y tampoco interactúa con el contenido del proyecto. El objetivo es que el estudiante vea, en forma práctica, cómo es el procedimiento 'a mano', para obtener la raíz de una ecuación no lineal.

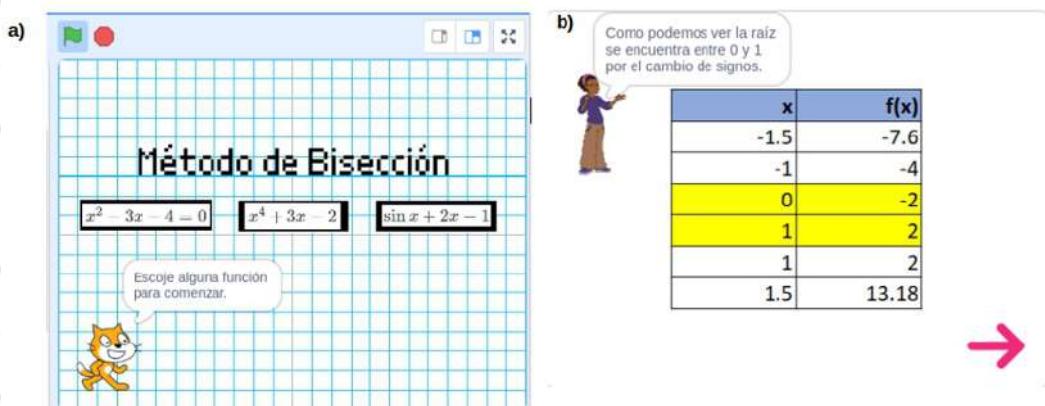


Figura 6. a) Pantalla de bienvenida y b) Tabulación de la función para determinar el intervalo $[a,b]$.

EJEMPLO INTERACTIVO

En esta etapa, al estudiante se le presenta un proyecto Scratch de carácter interactivo (figura 7); la intención es que el estudiante tome decisiones y participe de manera activa en el desarrollo del método de bisección. Al inicio se le presenta la opción de elegir entre diferentes ecuaciones no lineales;



Figura 7. a) Selección de la función, b) Tabulación para determinar el intervalo $[a,b]$ y c) Selección de la fórmula para el método de bisección.

CÓDIGO

En esta etapa, se tiene la implementación numérica directa del código. Aquí se evita poner elementos digitales o interactivos; la intención es que, si el usuario lo requiere, pueda ver el código fuente de la implementación del método de bisección (figura 8).

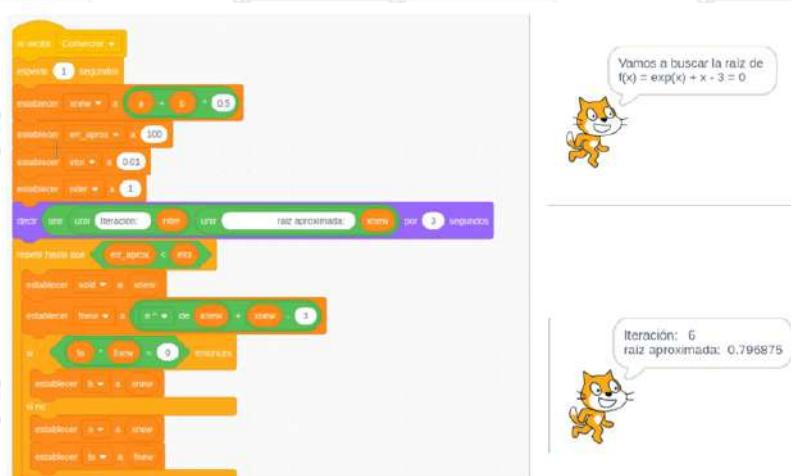


Figura 8.- Fragmento del código e información básica que se le muestra al usuario

CONCLUSIONES

Scratch es una plataforma ya probada para introducir a estudiantes de nivel superior, de recién ingreso, al mundo de la programación. Sin embargo, el uso de Scratch como herramienta didáctica interactiva a nivel superior está mucho menos explorado, y, a nuestro parecer, luce como una propuesta bastante interesante.

En el caso particular del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, estudiantes de carreras como Ingeniería en Sistemas Computacionales llevan cursos de programación y métodos numéricos de manera independiente. De hecho, los estudiantes de Sistemas Computacionales cursan por lo menos dos asignaturas de programación antes de llevar la asignatura de métodos numéricos. Sin embargo, existen otras carreras de ingeniería como Bioquímica, Civil, entre otras, en las cuales no existe un curso de introducción a la programación, por lo que los estudiantes de estas carreras se ven expuestos a llevar programación y métodos numéricos en un solo y único curso. Este curso tiene como objetivo brindar las bases teóricas y prácticas de la programación en sus primeras dos unidades, y en las últimas tres cubrir los métodos numéricos más comunes.

La parte de métodos numéricos introduce la metodología y los algoritmos para resolver una gran variedad de problemas, asumiendo que los estudiantes ya adquirieron el conocimiento necesario para implementar en un lenguaje de programación dichos algoritmos. No obstante, en muchas ocasiones este no es el caso, y el docente se ve enfrentado a tomar la decisión de: a) robar tiempo a otros temas para programar en el aula en conjunto con los estudiantes, b) utilizar programas como Excel en lugar de un lenguaje de programación, o c) simplemente dejar de lado la implementación de los métodos en la computadora, impartiendo así toda la parte de métodos numéricos con lápiz y papel.

En esta etapa del proyecto, se tiene la implementación en Scratch de un solo método numérico, el método de bisección. El objetivo, en un futuro cercano, es implementar con la misma estructura los métodos numéricos más comunes de la asignatura Programación y Métodos Numéricos; posteriormente, se tiene contemplado realizar una práctica experimental para evaluar la percepción y facilidad de uso de nuestra propuesta. En particular, nos interesan grupos del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa de aquellas carreras donde se enseña programación y métodos numéricos en una sola asignatura. Este trabajo actualmente está en curso.

BIBLIOGRAFÍA

- M. Resnick, et. al., "Scratch: Programming for All", Communications of the ACM, Vol. 52, 11, 2009, pp. 60-67
- M. Resnick, "Rethinking Learning in the Digital Age", The Global Information Technology Report 2001–2002, 2002, pp. 32-37
- S. Nikiforos, et. al., "MIT Scratch: A Powerful Tool for Improving Teaching of Programming", In Proc. 5th Conference on Informatics in Education, 2013.
- D. J. Malan H. H. Leitner, "Scratch for Budding Computer Scientists" Proceedings of the 38th SIGCSE technical symposium on Computer science education, 2007, pp.23-227
- I. F. de Kereki, "Scratch: Applications in Computer Science 1", 2008 38th Annual Frontiers in Education Conference, Saratoga Springs, NY, 2008, pp. T3B-7-T3B-11
- M. Rizvi, "A CS0 COURSE USING SCRATCH" The Journal of Computing Sciences in Colleges, Volume 26, 3, 2011, pp. 19-27.
- S. Bogaerts, "Hands-On Exploration of Parallelism for Absolute Beginners with Scratch," IEEE International Symposium on Parallel & Distributed Processing, Workshops and Phd Forum, 2013, pp. 1263-1268.
- S. Mishra et. al., "Effect of a 2-week Scratch Intervention in CS1 on Learners with Varying Prior Knowledge", Proceedings of conference on Innovation & technology in computer science education, 2014, pp. 45-50
- D. Weintrop, U. Wilensky, "Comparing Blocks-based and Text-based Programming in High School Computer Science Classrooms", Transactions on Computing Education (TOCE), 18, 1, 2017, pp. 1-25.
- A. Scott, S. Barlowe, "How software works: Computational thinking and ethics before CS1," IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 2016, pp. 1-9.
- E. Tanrikulu, B. C. Schaefer, "The users who touched the ceiling of scratch", Procedia-Social and Behavioral Sciences ,28, 2011, pp. 764 – 769
- J. A. Martínez-Valdés, J. A. Velázquez-Iturbide, "Una Experiencia (Relativamente) Insatisfactoria de Uso de Scratch en CS1", 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, 2017, pp. 109-115

- M. G. Caligaris, et. al., "Learning Objects for Numerical Analysis Courses", Procedia-Social and Behavioral Sciences, 106, 2013, pp. 1778 – 1785
- B.D. Coller, M.J. Scott, "Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering", Computers & Education, 53, 2009, pp. 900–912
- S. Chapra, R. P. Canale, "Métodos numéricos para ingenieros", Septima Edición, McGraw Hill
- L. D. Yang, "Arqueología informática: la criptografía clásica con Scratch", Trabajo de fin de grado, Grado en Ingeniería Informática, Universidad Politecnica de Valencia, 2017.
- D. Manzanera Blasco, "Arqueología informática: los sistemas de numeración con Scratch", TTrabajo de fin de grado, Grado en Ingeniería Informática, Universidad Politecnica de Valencia, 2018.
- V. Lopez, M. I. Hernández, "Scratch as a computational modelling tool for teaching physics", Phys. Educ. 50, 3, 2015, pp. 310-316





VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación

SEMSyS
Subsecretaría de Educación
Media Superior y Superior



COVEICYDET
Consejo Veracruzano de Investigación
Científica y Desarrollo Tecnológico

El Colegio de
Veracruz

